

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Влияние кривизны поверхности деталей на формирование сварного соединения

УДК 621.791.05:621.7.015

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Кузнецов Е.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А. С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного образования
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ОТСП
_____ Киселев А.С.
« » ____ 2017

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Кузнецов Е.В.

Тема работы:

Влияние кривизны поверхности деталей на формирование сварного соединения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	8506/с от 27 октября 2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02 декабря 2017 г.
------------------------------------------	--------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	<i>1. Применение программного обеспечения для расчетов влияния кривизны поверхности детали на формирование сварного соединения</i> <i>2. Материалы для эксперимента: сталь марки 09Г2С и изделия из стали разной геометрической формы.</i>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</p>	<p>Обзор литературы</p> <p>1. Теоретическая часть</p> <p>Методы и технологии, применяемые для сварки разнородных материалов.</p> <p>2. Практическая часть</p> <p>Описание и результаты проведения экспериментов.</p> <p>3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> <p>4. Социальная ответственность</p> <p>5. Заключение</p>
<p>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. Титульный лист (название работы)</p> <p>2. Структура тепловых полей и зон расплава при сварке.</p> <p>3. Диаграммы состояния металла</p> <p>4. 3-D геометрия свариваемых образцов.</p> <p>5. Микроструктура поверхности сварного соединения</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
Раздел	Консультант
Литературный обзор	Киселев Алексей Сергеевич
1 Теоретическая часть	
2 Практическая часть	
3 Выводы	Попова Светлана Николаевна
5 Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение	
6 Социальная ответственность	Сопруненко Элина Евгеньевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Кузнецов Е.В.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Уровень образования Высшее
Кафедра Оборудование и технология сварочного производства
Период выполнения (весенний семестр 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.04.2017	Обзор литературы	25
14.04.2017	1 Теоретическая часть	5
02.05.2017	2 Практическая часть	35
16.05.2017	Выводы	10
24.05.2017	3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.2017	4 Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	К.Т.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1B22	Кузнецов Евгений Владимирович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов данного проекта (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитана стоимость материальных затрат. Рассчитаны затраты на оплату труда. Рассчитаны отчисления во внебюджетные Фонды.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведение НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов проекта, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения проекта
2. Планирование и формирование бюджета проекта	Планирование этапов работы, трудоемкости работы, расчет бюджета
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.04.17
------------------------------------------------------	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1B22	Кузнецов Е.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1B22	Кузнецов Евгений Владимирович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	ОТСП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является сталь .09Г2С. Оборудование: для ручной дуговой сварки: источник питания; для сварки в среде защитных газов Matrix 200 AC/DC
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<p>Физико-химическая природа вредности (недостаточная освещенность, повышенный уровень пульсации освещенности, повышенная яркость светящихся поверхностей, пониженный уровень влажности воздуха, повышенная температура воздуха, повышенный уровень ЭМП, повышенный уровень ЭСП, повышенный уровень шума, нарушение норм аэроионного состава воздуха, напряженность труда, тяжесть труда);</p> <ul style="list-style-type: none"> • действие фактора на организм человека; • приведение допустимых норм с необходимой размерностью • предлагаемые мероприятия по улучшению условий труда • электробезопасность • пожар взрывобезопасность
2. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС на объекте; • выбор и описание рекомендуемых действий при одной из ЧС.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<p>- специальные (характерные для оператора ПК) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>- место оператора ПК в эргономической системе.</p>
-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.04.17
-------------------------------------------------------------	-----------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			01.04.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Кузнецов Евгений Владимирович		01.04.17

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 89 листов машинописного текста, 28 таблиц, 30 рисунков, 21 использованных источников литературы, 24 формулы.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СВАРКА, СВАРОЧНАЯ ПРОВОЛОКА, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА, ПРОГРАММА MEZA.

В данной выпускной квалификационной работе разработана технология определения сварного соединения при помощи программы MEZA. Произведены расчеты при определении влияния кривизны поверхности на формирование сварного соединения, используя программу MEZA.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономического эффекта от внедрения новой технологии.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе “КОМПАС-3D V16” и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

The final qualifying work contains 89 sheets of typewritten text, 28 tables, 30 figures, 21 sources of literature used, 24 formulas.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, WELDING EQUIPMENT, WELDING, WELDING WIRE, TECHNO-ECONOMIC SUBSTANTIATION, SECURITY AND ENVIRONMENTAL PROJECT, MEZA PROGRAM.

In the diploma project, the technology for determining the weld joint using the MEZA program has been developed. Calculations have been performed to determine the curvature of the welded joint using the MEZA program.

In the economic part of the diploma project, the economic effect of the implementation of the new technology was calculated.

The issues of labor safety of industrial workers and environmental protection are considered.

Graduation qualification work of the bachelor is executed in the text editor Microsoft Word 2016 and the graphic editor "COMPASS-3D V16" and is presented on the CD-RW (in the envelope on the back cover).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В выпускной квалификационной работе использовались следующие термины и определения:

РАД – ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;

- ТП – технологический процесс;
- Сэв – эквивалентный коэффициент свариваемости материала;
- С1 – шов стыковой;
- $i_{св}$ – сварочный ток;
- δ – толщина детали;
- u – напряжение;
- $v_{св}$ – скорость сварки;
- n – коэффициент концентрации;
- η – коэффициент полезного действия;

При выполнении квалификационной работы использовались ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 – Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы.
- СанПиН 2.2.4.548-96 – Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
- ГОСТ 23501.101-87 – Системы автоматизированного проектирования.

Содержание

Введение	13
1 Обзор литературы	15
2 Основная часть	20
2.1 Материал сварной конструкции	20
2.2 Расчет склонности стали к трещинообразованию	21
2.3 Выбор способа сварки	21
2.4 Описание работы с программным обеспечением MEZA	23
2.5 Физическая и математическая постановка задачи	27
2.6 Анализ результатов компьютерных расчетов в сравнении с физическими экспериментами	33
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	46
3.1 Проектный анализ	46
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	46
3.1.3 FAST- анализ	48
3.1.4 SWOT- анализ	48
3.1.5 Оценка готовности проекта к коммерциализации	51
3.2 Инициализация проекта	53
3.3 Планирование управления проектом	55
3.3.1 План проекта	55
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	56
3.4 Бюджет научного исследования	60
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	60
3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	61
3.4.3 Расчет фонда заработной платы	61
3.4.4 Расчет дополнительной заработной платы	63

3.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды	64
3.4.6 Расчет накладных расходов	65
3.4.7 Формирование бюджета затрат НТИ	65
Социальная ответственность	67
4.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте	67
4.2 Напряженность трудового процесса	68
4.2.1 Освещение	69
4.2.2 Микроклимат и воздушная среда	70
4.2.3 Шумы и вибрации	72
4.2.4 Электробезопасность	73
4.2.4.1 Расчет защитного заземления	75
4.2.5 Ожоги при сварочных работах	82
4.2.6 Пожарная безопасность	82
4.3 Охрана окружающей среды	83
4.4 Чрезвычайные ситуации	84
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
Заключение	88
Список использованных источников	89

Введение

В настоящее время сварные конструкции широко применяются не только в промышленном производстве (нефтегазовая отрасль, химическое производство, машиностроение и др.), но и для создания широкого спектра изделий бытового назначения: металлической посуды, металлической мебели, перил лестничных пролетов, для оформления различных рекламных панно, для создания металлических элементов ограждения и т.д. К сварным изделиям бытового назначения помимо соответствующих эксплуатационных требований качества также предъявляются требования соблюдения эстетичного внешнего вида продукции. Например, совершенно недопустимо, чтобы на поверхности металлического самовара или металлического сиденья проступали неровности сварного шва. Эстетичный вид используемых в быту изделий создает благоприятную визуальную среду, что, как известно, вызывает положительные эмоции и хорошее настроение. А это, в свою очередь, улучшает микроклимат в любом коллективе и способствует повышению производительности труда. Поэтому неслучайно изделия бытового назначения, как правило, имеют множество нелинейных поверхностей, плавно переходящих одна в другую.

В конструкциях различного рода приборов и оборудования широко применяют детали с криволинейными контурами.

Надо отметить, что в литературе вопрос сварки криволинейных поверхностей исследован в основном для трубопроводного транспорта, где используются трубы относительно большого диаметра. Для изготовления ответственных конструкций относительно малых размеров, например, подшипников, из-за неисследованности способов сварки применяют технологии механической обработки (точение, фрезерование, сверление и другие), что влечет большие непроизводительные расходы материалов и электроэнергии.

Основываясь на сложной технической ситуации разработанный технологический процесс сварки должен не только обеспечить получение надежного сварного соединения, отвечающего всем эксплуатационным

требованиям, но и допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия, а также быть наиболее экономически выгодным по расходу энергии, сварочных материалов, затрат человеческого труда.

Большие перспективы в развитии сварочного производства открывает автоматизация и механизация процессов сборки и сварки.

В целом, прогресс сварочного производства возможен лишь в том случае, если будет решен весь комплекс задач по автоматизации основных заготовительных, транспортных, сварочных и других операций.

При внедрении на сварочном участке автоматического и механического оборудования, удобных для рабочих приспособлений, увеличивается производительность труда, качество продукции, произойдет сокращение обслуживающего персонала.

Разрабатываемая в данной выпускной квалификационной работе технология расчета режимов сварки криволинейных поверхностей относительно малых размеров при помощи программы MEZA должна сократить затраты на их проектирование и разработку технологии сварки.

Целью данной работы является построение расчетной модели для исследования формирования сварного соединения образцов криволинейной геометрии и нахождение оптимальных параметров режима сварки путем проектирования, а также выявление влияния кривизны поверхности на подбор режимов сварки.

В выпускной квалификационной работе рассмотрена прямошовная сварка труб из стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 в сравнении со сваркой пластин. Сварку проводили неплавящимся электродом в среде аргона по ГОСТ 2246-70. Для создания моделей образца используется методология, описанная в работе [20], на основе применения специализированного программного обеспечения MEZA, которая позволяет определить режимы сварки, после чего подтвердить их единичным натурным экспериментом

1 Обзор литературы

Современный технический прогресс в промышленности неразрывно связан с совершенствованием сварочного производства. Сварка как высокопроизводительный процесс изготовления неразъемных соединений находит широкое применение при изготовлении металлургического, химического и энергического оборудования, различных трубопроводов, в машиностроении, в производстве строительных и других конструкций.

Сварка – такой же необходимый технологический процесс, как и обработка металлов резанием, литье,ковка. Большие технологические возможности сварки обеспечили ее широкое применение при изготовлении и ремонте судов, автомобилей, самолетов, турбин, котлов, реакторов, мостов и других конструкций. Перспективы сварки, как в научном, так и в техническом плане безграничны. Её применение способствует совершенствованию машиностроения и развития ракетостроения, атомной энергетики, радио электроники.

О возможности применения «электрических искр» для плавления металлов ещё в 1753г. говорил академик Российской академии наук Г.Р. Рихман при исследованиях атмосферного электричества. В 1802 г. профессор. Санкт-Петербургской военно-хирургической академии В.В. Петров открыл явление электрической дуги и указал возможные области ее практического использования. Однако потребовалось многие годы совместных усилий ученых и инженеров, направленных создания источников энергии, необходимых для реализации процесса электрической сварки металлов. Возможную роль в создании этих источников сыграли открытия и изображения в области магнетизма и электричества.

В 1882 г. российский ученый инженер Н.Н. Бенардос, работая над созданием аккумуляторных батарей, открыл способ электродуговой сварки металлов неплавящимся угольным электродом. Им был разработан способ дуговой сварки в защитном газе и дуговая резка металлов.

В 1888 г. российский инженер Н.Г. Славянов предложил проводить сварку плавящимся металлическим электродом. С его именем связано развитие металлургических основ электрической дуговой сварки, разработка флюсов для воздействия на состав металла шва, создания первого электрического генератора.

В середине 1920-х гг. интенсивные исследования процессов сварки были начаты во Владивостоке (В.П. Вологдин, Н.Н. Рыкалин), в Москве (Г.А. Николаев, К. К. Окерблом). Особую роль в развитии и становлении сварки в нашей стране сыграл академик Е.О. Патон, организовавший в 1992г. лабораторию, а затем институт электросварки (ИЭС).

В 1924г-1934 г-г. В основном применяли ручную сварку электродами с тонкими ионизирующими (меловыми) покрытиями. В эти годы под руководством академика В.П. Вологодина были изготовлены первые отечественные котлы и корпуса нескольких судов. С 1935-1939 г-г. начали применять толстопокрытые электроды, в которых стержни изготавливали из легированной стали, что обеспечило широкое использование сварки в промышленности и строительстве. В 1940-е г. была разработана сварка под флюсом, которая позволила повысить производительность процесса и качество сварных изделий, механизировать производство сварных конструкций. В начале 1950-х г. в институте электросварки им. Е.О. Патона создают электрошлаковую сварку для изготовления крупногабаритных деталей из литых и кованных заготовок, что снизило затраты при изготовлении оборудования тяжелого машиностроения.

С 1948 г. получили промышленное применение способы дуговой сварки в защитных газах: ручная сварка неплавящимся электродом, механизированная и автоматическая сварка неплавящимися и плавящимися электродами. В 1950-1952г в ЦНИИТМаше при участии МГТУ им. Н.Э. Баумана и ИЭС имени Е.О. Патона был разработан высокопроизводительный процесс сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей в среде углекислого газа обеспечивающий высокое качество сварных соединений.

В последние десятилетия создание учеными новых источников энергий – концентрированных электронного и лазерного лучей – обусловило появление принципиально новых способов сварки плавлением, получивших название электронно-лучевой и лазерной сварки. Эти способы сварки успешно применяют в нашей промышленности.

Сварка потребовалась и в космосе. В 1969г. космонавты В.Кубасов и Г. Шонин и в 1984г С. Савицкая и В. Джанибеков привели в космосе сварку, резку и пайку различных металлов.

Газовая сварка, при которой для плавления металла используют теплоту горящей смеси газов, также относится к способам сварки плавлением. Способ газовой сварки был разработан в конце XIX, когда началось промышленное производства кислорода, водорода и ацетилена, и является основным способом сварки металлов.

Наибольшее распространение получила газовая сварка с применением ацетилена. В настоящее время объем газосварочных работ в промышленности значительно сокращен, но ее успешно применяют при ремонте изделий из тонколистовой стали, алюминия и его сплавов, при пайке и сварки меди, латуни и других цветных металлов используют в современных производственных процессах газо-термическую резку, например, при цеховых условиях и на монтаже.

К сварке с применением давления относятся контактная сварка, при которой используется теплота, выделяющаяся в контакте свариваемых частей при прохождении электрического тока. Различают точечную, стыковую, шовную и рельефную контактную сварку.

Основные способы контактной сварки разработаны в конце XIX века. В 1887 г. Н.Н. Бенардос получил патент на способы точечной и шовной контактной сварки между угольными электродами.

Позднее, когда появились электроды из меди и ее сплавов, эти способы контактной сварки стали основными.

Контактная сварка занимает ведущее место среди механизированных способов сварки в автомобиле строении при соединении тонколистовых штампованных конструкций кузова автомобиля. Стыковой сваркой соединяют стыки железнодорожных рельсов, стыки магистральных трубопроводов. Шовную сварку применяют при изготовлении тонкостенных емкостей. Рельефная сварка – наиболее высокопроизводительный способ арматуры для строительных железобетонных конструкций. Конденсаторную контактную сварку широко используют в радиотехнической промышленности при изготовлении элементной базы и микросхем. Одно из наиболее развивающихся направлений в сварочном производстве – широкое использование механизированной и автоматической сварки. Речь идет как о механизации и автоматизации самих сварочных процессов (т.е. переходе от ручного труда сварщика к механизированному), так и о комплексной механизации и автоматизации, охватывающей все виды работ, связанные с изготовлением сварных конструкций (заготовительные, сборочные и др.) и созданием поточных и автоматических производственных линий. С развитием техники возникает необходимость сварки деталей различных толщин из разных материалов, в связи с этим постоянно расширяется набор применяемых видов и способов сварки. В настоящее время сваривают детали толщиной от нескольких микрометров (микроэлектронике) до десятков сантиметров и даже метров (в тяжелом машиностроении). Наряду с конструкционными углеродистыми и низкоуглеродистыми сталями все чаще приходится сваривать специальные стали, легкие сплавы и сплавы на основе титана, молибдена, хрома, циркония и других металлов, а также разнородные материалы.

В настоящее время развитие научно-технического прогресса привело к широкому использованию компьютерных технологий на стадии подготовки производства. Эти технологии эффективны при создании специального программного обеспечения, позволяющего виртуально воспроизводить технологические процессы.

На основе исследований В.А. Судника, В.А. Ерофеева, А.С. Рыбакова в

области математического моделирования процессов сварки разработано программное обеспечение для персональных компьютеров, позволяющее моделировать основные сварочные процессы контактной, дуговой, плазменной и лазерной сварки и резки: SPOTSIM, BUTTSIM, MAGSIM, LASIM, CUTSIM.

Однако в этих программах дуга описывается как поверхностный распределённый источник теплоты и давления, параметры которого определяются по опытным данным. Последнее ограничивает использование таких программ диапазоном имеющихся экспериментальных данных, которые, как правило, учитывают только основные параметры дуги.

В работе авторов В.А. Серенко, В.Я. Зусина, А.Н. Серенко рассмотрена математическая модель самого процесса порообразования при сварке. Они использовали программное обеспечение MathCAD для изложения своей задачи. В результате проведенной работы они приводят математическую модель порообразования для дифференцированной оценки влияния различных параметров сварки на вероятность образования пор в металле шва. Рассмотрено применение ПО «Meza» – 3D цифровой модели технологического процесса сварки неплавящимся электродом.

В условиях непрерывного усложнения конструкций и роста объема сварочных работ большую роль играет правильная подготовка – теоретическая и практическая – квалифицированных рабочих – сварщиков.

2 Основная часть

2.1 Материал сварной конструкции

Таблица 1 - Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0.12	0.5 - 0.8	1.3 - 1.7	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Обозначения:

Механические свойства:	
Св	- Предел кратковременной прочности, [МПа]
σ _T	- Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]
δ ₅	- Относительное удлинение при разрыве, [%]
ψ	- Относительное сужение, [%]
KCU	- Ударная вязкость, [кДж / м ²]
НВ	- Твердость по Бринеллю, [МПа]

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C материала 09Г2С [1]

Сортамент	Размер	Напр.	σ _в	σ _T	δ ₅	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист, ГОСТ 5520-79			430-490	265-345	21		590-640	
Трубы, ГОСТ 10705-80			490	343	20			

Таблица 3 - Физические свойства материала 09Г2С [1]

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20						
100		11.4				
200		12.2				
300		12.6				
400		13.2				
500		13.8				
T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹

2.2 Расчет склонности стали к трещинообразованию

Оценка склонности металла к образованию закалочных структур по эквиваленту углерода $C_{\text{ЭКВ}}, \%$ [1]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = [C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15]$$

где символы – химический элемент, содержание его в стали, %;

$$C_{\text{ЭКВ}} = [0,12 + 1,7/6 + (0,3 + 0 + 0)/5 + (0,3 + 0,3)/15] = 0,86\%$$

$C_{\text{ЭКВ}} > 0,45\%$ - сталь 09Г2С – склонна к образованию закалочных структур.

Тогда при сварке возможно появление холодных трещин; для избежания их появления требуется выполнить очистку основного металла и сварочных материалов от оксида железа, углеводородных соединений и других загрязнений. Сварку выполнять на повышенной погонной энергии.

Оценка склонности металла к образованию горячих трещин при сварке по показателю Уилкинсона [5]:

$$HCS = [C(S + P + Si/25 + Ni/100)1000] / (3Mn + Cr + Mo + V)$$

где символы – химический элемент, содержание его в стали, %;

$$HCS = [0,12(0,035 + 0,035 + 0,8/25 + 0,3/100)1000] / (3 \cdot 1,3 + 0,15) = 3,11;$$

$HCS < 4$ – сталь 09Г2С не склонна к образованию горячих трещин; для получения равнопрочного основному металлу металла шва требуется применить сварочную проволоку с химическим составом соответствующим химическому составу основного металла.

2.3 Выбор способа сварки

Химический состав проволоки приведен в таблице 5.

Таблица 4- Химический состав проволоки, %

Марка проволоки	C	Si	Mn	Cr, не более	Ni, не более	P, не более
Св-08Г2С	0,5-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	0,20	0,25	0,030

Таблица 5- Механические свойства проволоки [2]

$\sigma_{т, \text{МПа}}$	$\sigma_{в, \text{МПа}}$	$\delta, \%$	$d_n (\text{Дж/см}^2)$ при температуре, °С			
			+20	-20	-40	-60
360	481	30,1	16,0	13,9	12,3	8,4

Защитный газ

При сварке в качестве защитной среды используется аргон (Ar)

Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется по ГОСТ 10157 – 79. По физико-химическим показателям газообразный аргон должен соответствовать нормам, указанным в таблице 7.

Таблица 6 - Физико-химические показатели аргона [2]

Наименование показателя	Норма для сорта	
	Высший	первый
Объемная доля аргона, %, не менее	99,992	99,987
Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не более	0,006	0,01
Массовая концентрация водяного пара при 20°С и давлении 101,3 кПа, г/м ³ не более	0,007	0,01
Объемная доля суммы углеродосодержащих соединений в пересчете, на CO ₂ , %, не более	0,0005	0,001

Аргон не токсичен и не взрывоопасен. Аргон хранится и транспортируется в стальных стандартных баллонах в газообразном состоянии под давлением 15±0,5 МПа.

Давление газа в баллоне измеряют манометром по ГОСТ 8625 – 77.

2.4 Описание работы с программным обеспечением MEZA

При проектировании любого объекта в настоящее время используют вычислительную технику. Данный вид работ по проектированию принято называть САПР, что расшифровывается как система автоматизированного проектирования: автоматизированная (т.е. с участием человека), а не автоматическая (без человека) система проектирования.

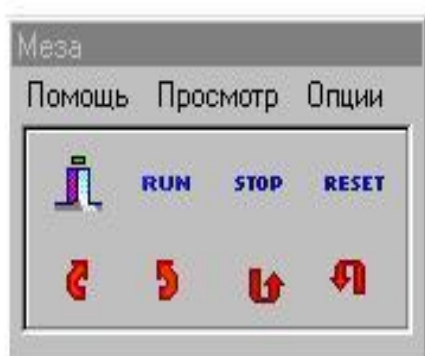
Под системой понимается совокупность элементов, соединенных между собой связями разного уровня сложности. Основными свойствами рассматриваемой системы являются динамичность (изменение межэлементных взаимодействий со временем), эмергентность (некоторая общая характеристика системы, которой нет ни у одного из ее элементов), иерархичность (наличие различных уровней системы, каждый из которых имеет присущие ему свойства эмергентности). В данном случае система – это технология получения сварного соединения и сам конечный продукт, материал со сварным швом.

При активном развитии компьютерной техники возможна замена работ, которые выполнялись вручную на автоматизацию проектирования. Применение автоматизации в сварочном производстве позволяет сократить использование ручных дуговых методов сварки, повысить качество получаемых сварных соединений, а также, возможность использования сварки в усложняющихся технических объектах. В общем случае САПР предназначена для практической реализации целей и идей автоматизации производства [10].

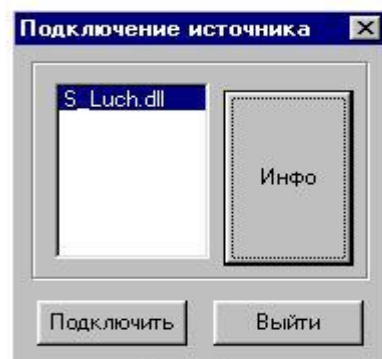
Проектирование технического объекта включает в себя создание образа этого объекта, преобразование и представление информации о нем в принятой форме. В сварочном производстве образ объекта или его составных частей может создаваться в используемой системе по некоторым заранее заданным алгоритмам [9]. Затем следует разработать алгоритм занесения этой структуры в компьютерную базу данных программного обеспечения (ПО MEZA).

Программа MEZA – является инициативной разработкой Томских ученых под руководством кандидата физ.- мат. наук Крехтулевой Р.А., предназначена для расчета различных тепловых задач, с различными функциями внешних воздействий. Расчет ведется при помощи явной разностной схемы. Возможен обсчет моделей, состоящих из нескольких материалов и имеющими сложную пространственную геометрию (с инородными включениями, несплошностями, отверстиями, и т.д.). Возможность моделирования процесса нагрева образца в разнообразных средах (вакууме, воздухе). Для конфигурирования образцов моделей используется встроенная в программу база данных материалов, которая может быть дополнена любым необходимым пользователю материалом. Для этого следует обратиться к изготовителю. В программу встроено средство просмотра и изменения параметров материалов в доступной форме (изменения параметров не приводят к их изменению в базе материалов, а только изменяются для данного процесса) Функции внешних воздействий, т.е. тепловые источники поддерживаются программой в виде динамически подключаемых библиотек. После подключения вышеупомянутых библиотек в программе становятся доступными параметры внешних воздействий, индивидуальные для каждого источника. Существует возможность просмотра изотермы в любом сечении образца, перпендикулярном одной из оси координат, а также просмотр фазовых образований и температуры в каждой конкретной точке образца. Поддерживается возможность построения трехмерных графиков: 1) Температура поверхности образца. 2) Изоповерхность температуры в образце. 3) Общая конфигурация образца. Пользователю, также предоставлена возможность выбирать неограниченное количество контрольных точек в образце. Каждая контрольная точка накапливает в себе статистические данные процессов, протекающих в ней: изменение температуры во времени процесса, фазовые переходы, изменение скорости роста температуры. Существенным преимуществом этой программы является возможность построения трехмерных графиков и изображений в ходе процесса вычислений, без применения специализированных программ. Программа MEZA включает также инструменты

просмотра изотерм в любом сечении образца, перпендикулярном одной из осей координат, фазового состава (кристаллическое строение, жидкая и газовая фазы, межфазные (переходные) состояния) и температуры в любой точке образца. Общий вид программы MEZA приведен на рисунке 1.



а



б

Рисунок 1 - Окно управления (а), подключение источника (б)

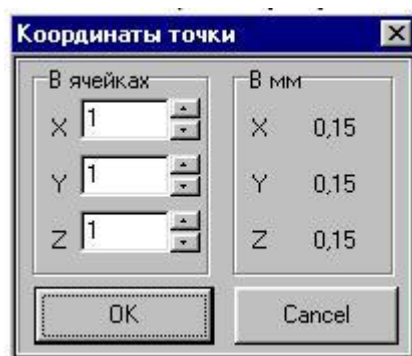


Рисунок 2 – Координаты точки

Исходя из выбранной сетки, в программе задается разбивка образца на ячейки (Рисунок 3)

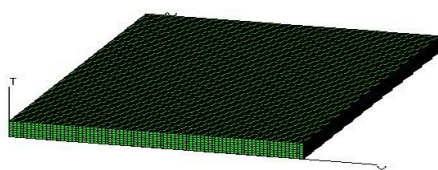


Рисунок 3 - Пример разбивки на ячейки образца пластины.

Общие размеры образца задаются, как указано на рисунке 4.

Model parameters

Характеристики материала | Расчетные параметры | Материалы

Расчетная сетка

120	Длина, в ячейках
80	Ширина, в ячейках
6	Высота, в ячейках
0,5	Шаг по пространству, мм

Размеры образца

Длина, мм	60,00
Ширина, мм	40,00
Высота, мм	3,00

OK Cancel

Рисунок 4 - Пример задания расчетных размеров пластины

Выбор рассматриваемых материалов сварочного процесса приведен на рисунке 5.

Model parameters

Характеристики материала | Расчетные параметры | Материалы

Материалы, включенные в образец

воздух	<<	вакуум
железо1	>>	воздух
		железо
		железо1

Атмосфера: воздух

Осн. материал: железо1

Применить

Слой: 6

Материал: железо1

X:18

Y:8

Цвет

OK Cancel

Рисунок 5 - Пример задания свариваемых материалов и окружающей среды.

Размеры областей расплава и испарения в сварочной ванне можно регистрировать двумя способами: по зоне фазовых переходов и по полю распределения температур (рисунок 6).

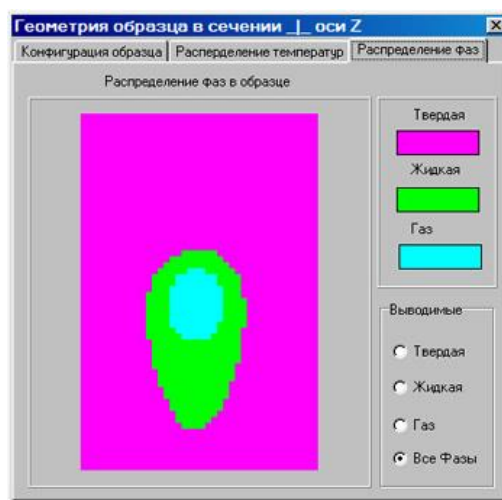


Рисунок 6 - Изображение зон фазовых переходов и распределение температур

2.5 Физическая и математическая постановка задачи

Для проведения исследований были изготовлены сварные соединения пластин, а также отрезки труб: сталь 09Г2С по ГОСТ 19281-89 размерами 60x40x3 мм. Формирование сварных соединений осуществляли методом механизированной дуговой сварки в среде защитного газа (Ar) с применением сварочных проволок марок Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Линейные размеры исследуемых пластин (длина, ширина, толщина) и труб (длина, ширина сегмента, толщина) задавали 60x40x3 мм. Наружные диаметры рассматриваемых труб были 21,3; 33; 48 мм по ГОСТ 10704-91.

После задания необходимой внутренней структуры проводили компьютерные эксперименты по подбору параметров режимов сварки.

Физическая постановка компьютерных экспериментов заключается в подготовке реальных стальных образцов указанных выше размеров.

Решение поставленной задачи выполнено для образцов прямоугольной формы и

сегментов цилиндрической формы

Схема компьютерного эксперимента для пластины представлена ниже (рисунок 7).

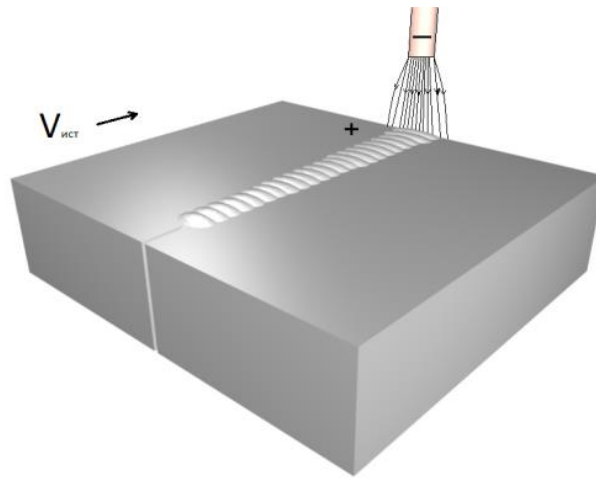


Рисунок 7 - Схема компьютерного эксперимента

Чтобы выполнить реальный процесс сварки, вначале необходимо рассчитать все режимы горения дуги. Расчетная модель, заложенная в программу MEZA, представляет собой систему уравнений теплопроводности с учетом начальных и граничных условий.

Основные этапы постановки задачи описываются следующими уравнениями [19]:

Теплопередача –

$$\rho(t)C_p(t)\frac{\partial T}{\partial x}\left(\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right); \quad (1)$$

Плавнение и кристаллизация –

$$L_k v_k = \lambda_s \frac{\partial T}{\partial n_{+0}} - \lambda_1 \frac{\partial T}{\partial n_{-0}} \quad (2)$$

Распределение плотности потока энергии по тепловому пятну в зоне действия электрода –

$$q(r) = \frac{IU\eta}{\pi e^{(-kr^2)}}; \quad (3)$$

Система уравнений (1) – (3) дополняется следующими начальными и граничными условиями:

$$T(x,y,z,0)=T_0; \quad (4)$$

$$\lambda_1(T)\frac{\partial T_1}{\partial n} = \lambda_2(T)\frac{\partial T_2}{\partial n}, \quad x, y, z \in S_{12}; \quad (5)$$

$$\lambda_1(T) \frac{\partial T}{\partial n} = q, \quad x, y, z \in S_r; \quad (6)$$

В уравнениях (1) – (6) приняты следующие обозначения: $\rho(t)$ – плотность; $C_p(t)$ – теплоемкость; T – температура; t – время; x, y, z – пространственные координаты; $\lambda(T)$ – коэффициент теплопроводности; L_k – теплота фазового перехода (плавление, кристаллизация); v_k – скорость фронта фазового перехода; n – вектор нормали к границе раздела фаз (индексы \pm указывают на разные стороны от границы раздела); λ_s, λ_l – коэффициенты теплопроводности в твердой и жидкой фазах соответственно; q – поглощенное количество теплоты в поверхностном объеме; η – КПД дуги; k – коэффициент сосредоточенности теплового потока; r – радиус теплового пятна; I – ток; U – напряжение; S_{12} – площадь контакта свариваемого образца с теплоотводящим покрытием; S_{R-r} – площадь контакта образца с инертным газом; S_r – площадь контакта с электродом (площадь теплового пятна); Γ_1, Γ_2 – свободная поверхность свариваемого образца и теплоотводящего покрытия соответственно. В обозначениях физических параметров индексы 1-2 относятся соответственно к свариваемому сплаву, инертному газу (аргону) и воздуху. Все теплофизические параметры модели вводятся с той степенью нелинейности, которая определяется экспериментом, без каких-либо упрощений.

В программе образцы разбиваются на ячейки конечно – разностной сеткой с шагом не крупнее $h = 1$ мм. Выбор шага сетки определялся в зависимости от условий эксперимента. Вдоль оси симметрии образца со скоростью V движется источник нагрева – электрическая дуга, инициируемая взаимодействием неплавящегося электрода (катод) с поверхностью обрабатываемого металла (анод).

Тепловой поток от дуги достаточно точно описывается формулой вида:

$$Q_{yo} = IE \eta \cdot \exp \left(-k \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right), \quad (7)$$

Где I – ток луча, А;

E – ускоряющее напряжение, В;

η – КПД;

k – коэффициент концентрации луча;

r – расстояние от точки до центра пятна, м;

r_0 – радиус действия электронного пучка, м.

Примерно 90 - 95% всей ее энергии преобразуется в тепловую энергию. Следовательно, точность моделирования тепловых процессов практически и будет определять адекватность математической модели реальному процессу. В модели учтена реальная пространственная геометрия образца, использованы экспериментальные зависимости от температуры свойств материала: плотность $\rho(T)$, коэффициент теплопроводности $\lambda(T)$ и теплоемкость $C_v(T)$. Рассмотрены процессы испарения, плавления и кристаллизации. Для решения тепловой задачи в программе использована явная разностная схема типа Самарского [21], шаг сетки задавали равным 0,5мм. Именно такой шаг давал приемлемую точность расчетов. Более крупный шаг давал более грубое решение, а мелкий шаг требовал значительного увеличения времени счета. Технологические параметры: скорость перемещения теплового источника, ток и напряжение подбирали таким образом, чтобы обеспечить расплав металла в зоне воздействия дуги на всю толщину свариваемых образцов.

На рисунках 8 и 9 представлен фрагмент задания расчетной сетки для цилиндрического сегмента трубы.

Шаг по пространству: $h=0,5$ мм.

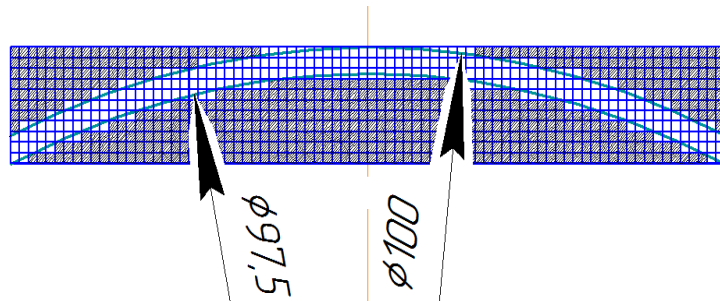


Рисунок 8 - Пример задания расчетной сетки для трубы диаметром 100 мм и толщиной стенки, равной 2,5 мм.

На этом рисунке закрашенные квадратики являются воздушной средой, а белые – сталь.

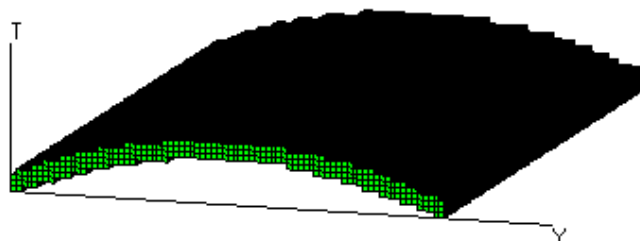


Рисунок 9 - Геометрия расчетного фрагмента образца

Необходимо отметить, что в такой постановке объем информации, получаемой при решении пространственной динамической задачи теплопроводности, оказывается слишком большим, как по объему, так и по времени его изучения. С учетом этого для анализа результатов численного расчета использовали специальную процедуру – создание виртуальных датчиков, подобно реально применяемым термопарам (Рисунок 10).

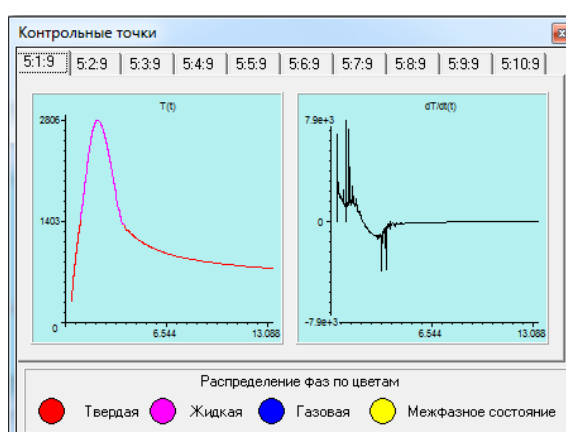


Рисунок 10 - Создание виртуальных датчиков

Чтобы не пропустить нужную информацию, виртуальные датчики

распределяли по всему объему образца достаточно плотно: через 5 мм вдоль образца, через 1 мм по ширине и глубине.

Существенным преимуществом этой программы является возможность построение трехмерных графиков и изображений в ходе процесса вычислений, без применения специализированных программ:

- температуры поверхности образца (Рисунок 11),
- изоповерхности температуры в образце (Рисунок 12).
- поле температур в горизонтальном сечении и термограммы в любой расчетной точке образца (Рисунок 13).

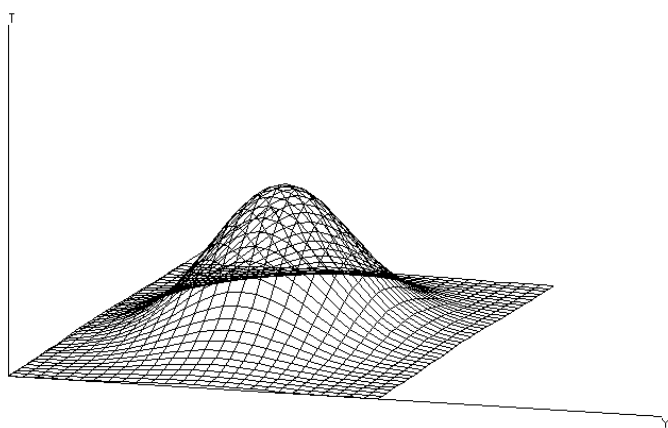


Рисунок 11 - Температура поверхности образца

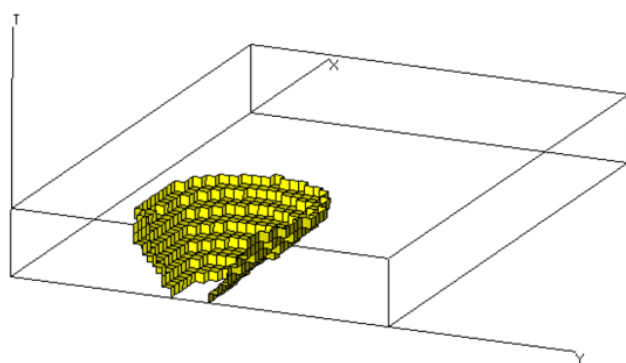


Рисунок 12 - Изоповерхность, ограничивающая фронт плавления, фазовый переход либо другую изотермическую поверхность в образце

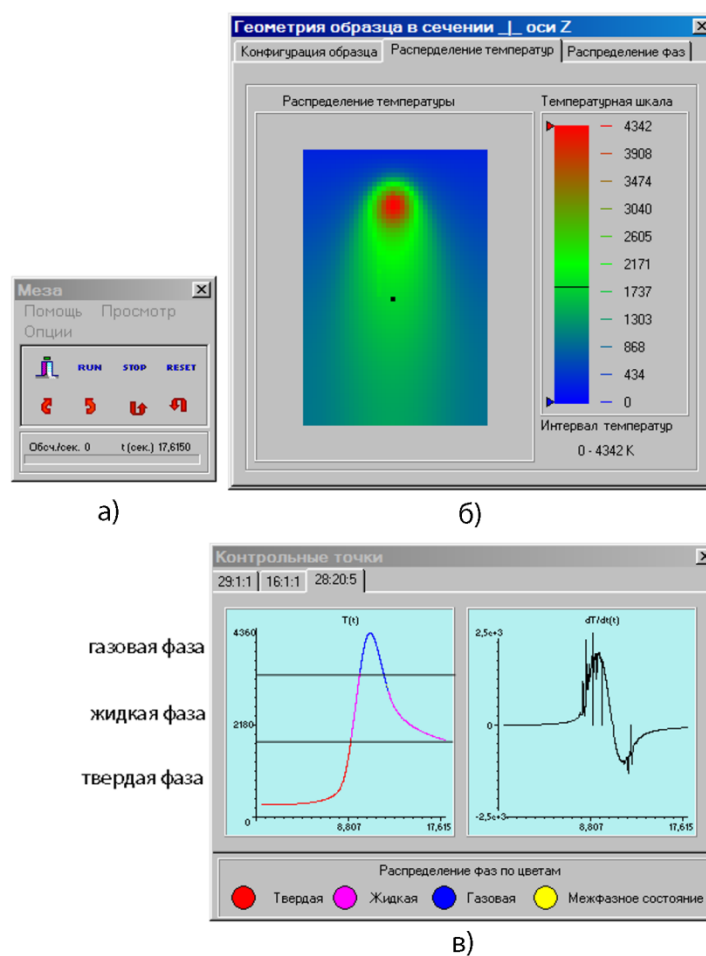


Рисунок 13 - Окно управления (а), распределение температуры в образце (б) и термический цикл в заданной контрольной точке (в)

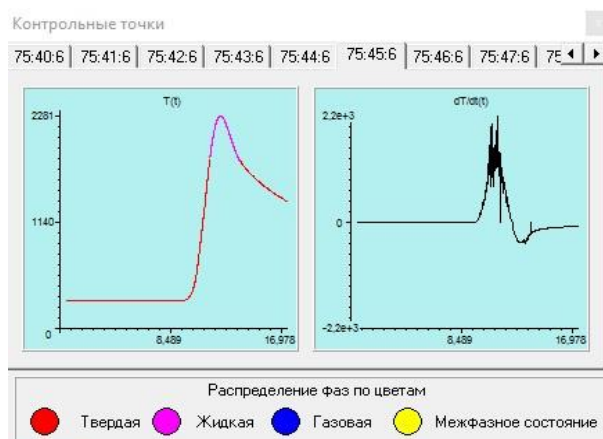
Таким образом, проводя расчеты по двум типам геометрии образцов, удалось представить полную картину формирования сварочной ванны в том и другом случаях.

2.6 Анализ результатов компьютерных расчетов в сравнении с физическими экспериментами

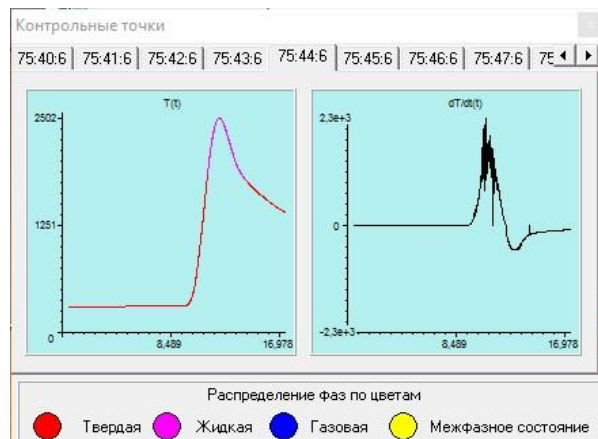
В данном разделе рассмотрим результаты выполненных исследований

Приведем общую схему анализа.

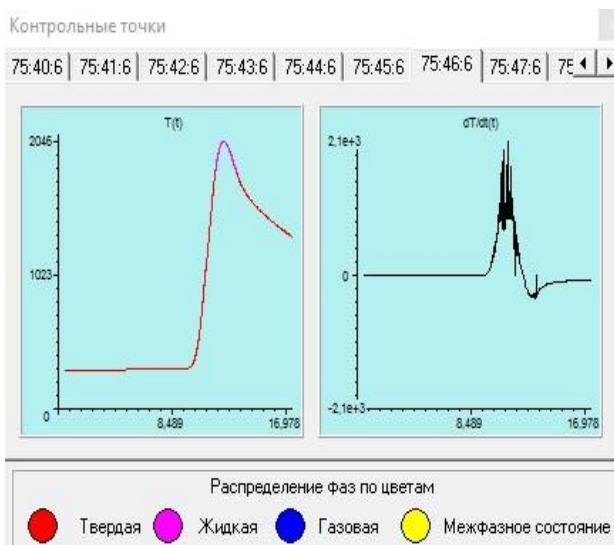
Как уже было сказано выше, каждый образец теоретически разбивался на мелкую кубическую сетку (Рисунки 3 и 9), в каждом узле этой сетки рассчитывали изменение температуры со временем в процессе сварки. Все термограммы в каждом узле просматривали с экрана монитора как представлено на рисунке 14.



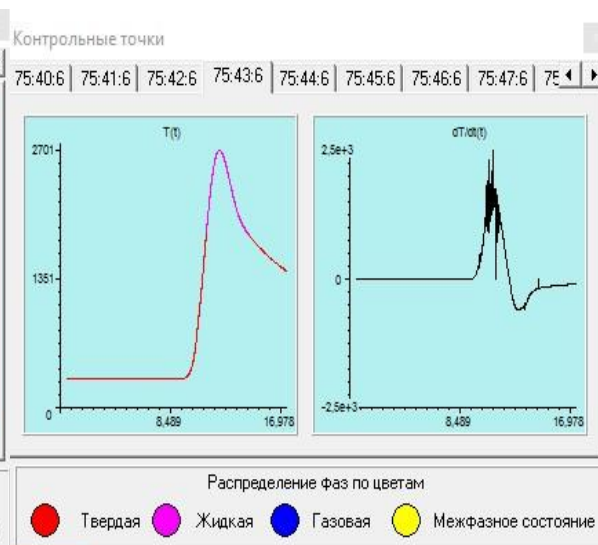
а)



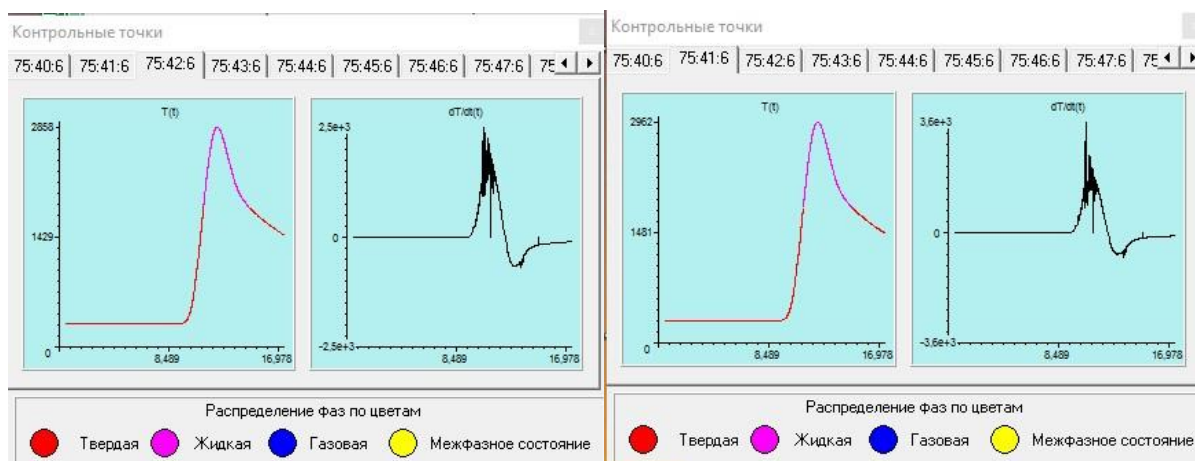
б)



в)



г)



д)

е)

Рисунок 14 – а,б,в,г,д,е). Расчетные данные виртуальных датчиков температур на поверхности пластины в ее поперечном сечении на расстоянии 37,5 мм от начала образца.

Аналогичные термограммы были получены в различных сечениях и по всей глубине пластины. По ним были построены кривые изменения температуры во всем образце.

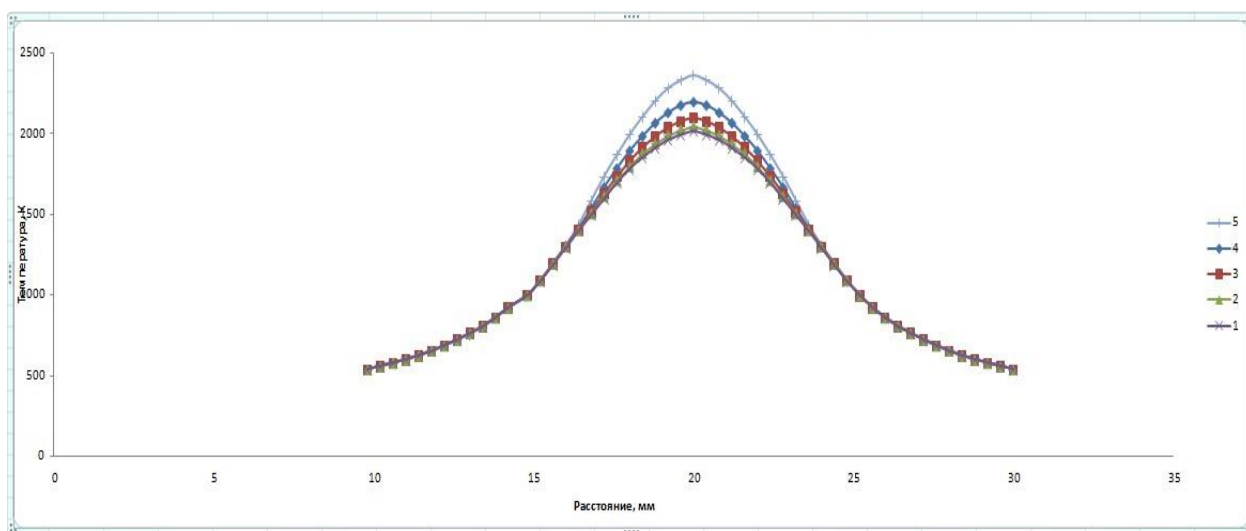


Рисунок 15 – Диаграмма распределения температур в пластине.

Из этой диаграммы видно, что при выбранных режимах сталь проплавилась на всю толщину, т.к. в самой нижней точке диаграммы температура достигает величины $T = 1900\text{K}$, в то время, как температура плавления рассматриваемой стали равна $T = 1850\text{K}$. Следовательно, режимы подобраны правильно.

Влияние кривизны поверхности на сварочную ванну исследовали для труб разных диаметров. Параметры и режимы сохранялись такие же, как и на сварке пластин.

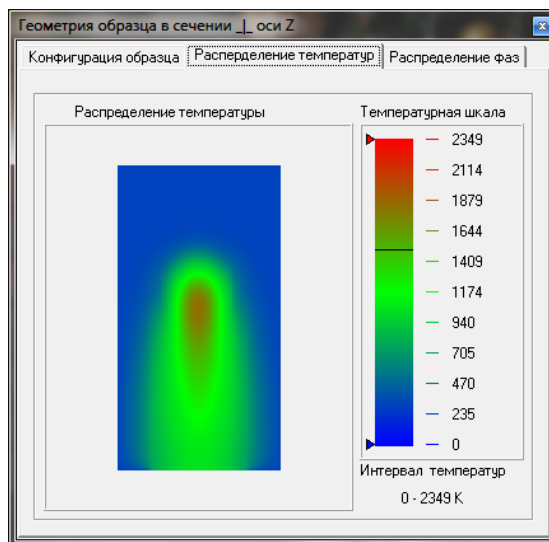


Рисунок 16 - Распределение температурных полей внутри сегмента трубы диаметром 21.3мм

На рисунке 17 отражена область расплава в нижней поверхности трубы, а на рисунке 18 представлены термограммы в соответствующих виртуальных датчиках.

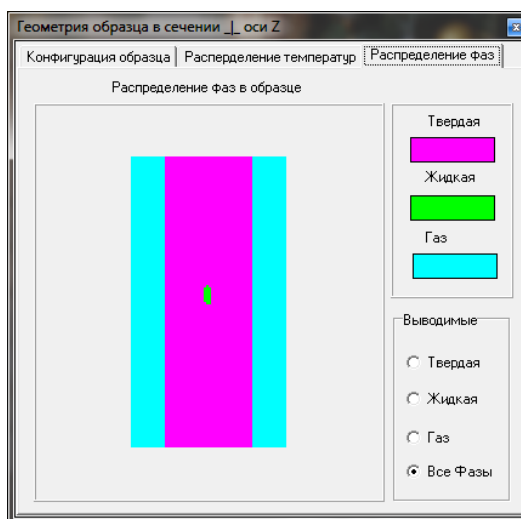


Рисунок 17 – Расчет нижней зоны расплава трубы диаметром 21.3мм

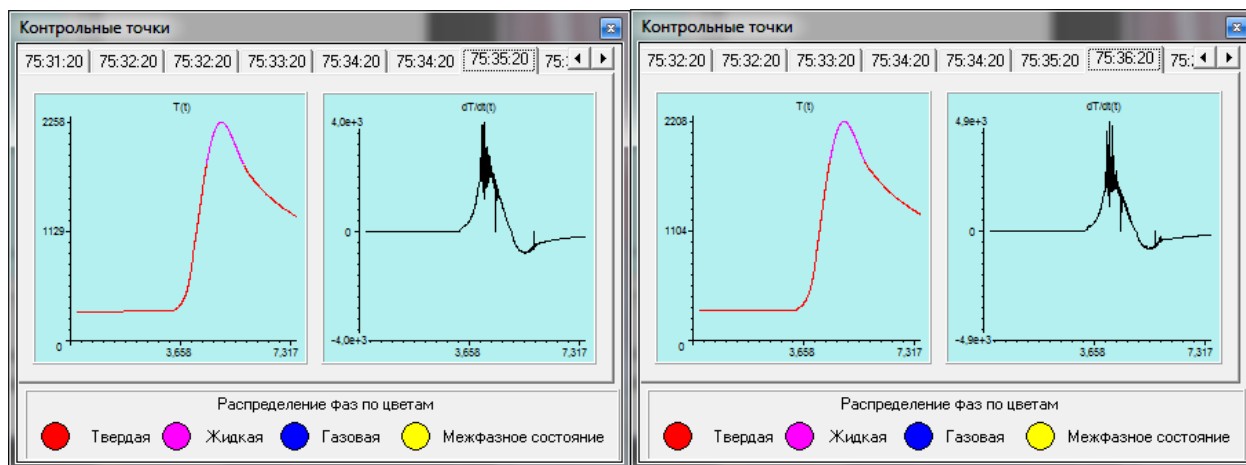
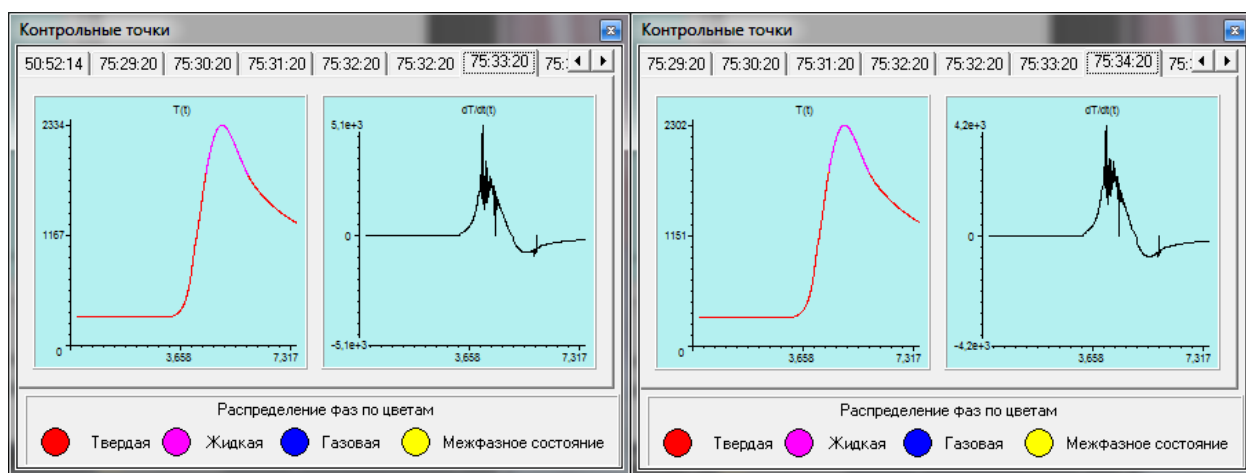
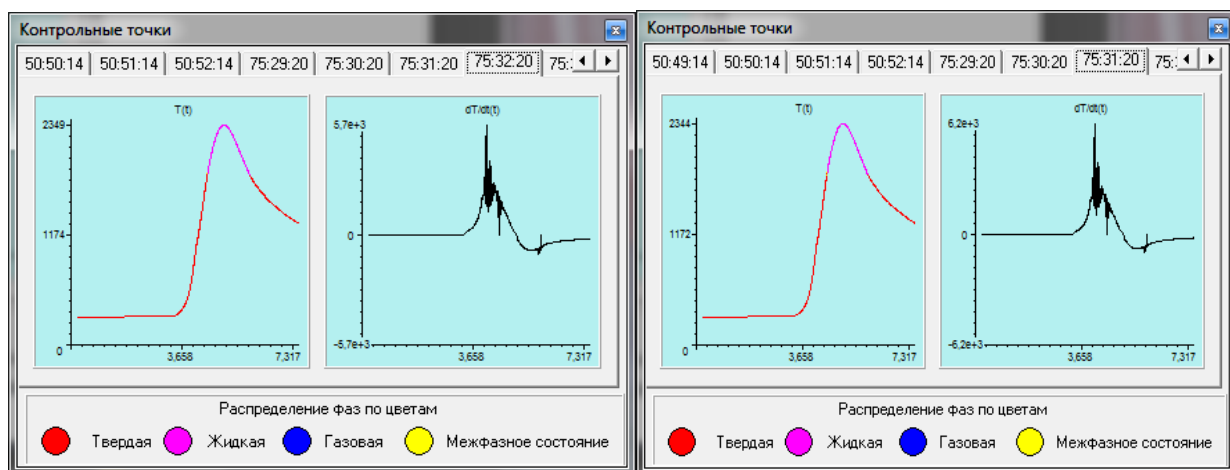


Рисунок 18 – а,б,в,г,д,е), виртуальные датчики температур трубы диаметром 21.3мм

Далее приведены соответствующие данные для труб диаметром 33,5 мм и

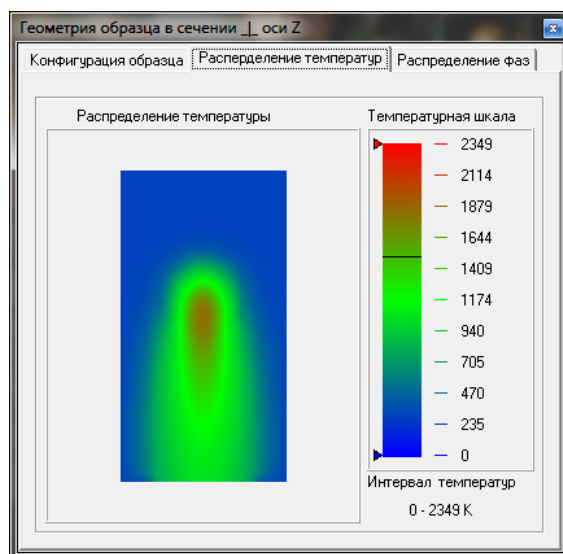


Рисунок 19 - Распределение температурных полей внутри образца при сварке трубы диаметром 33,5 мм и 48мм.

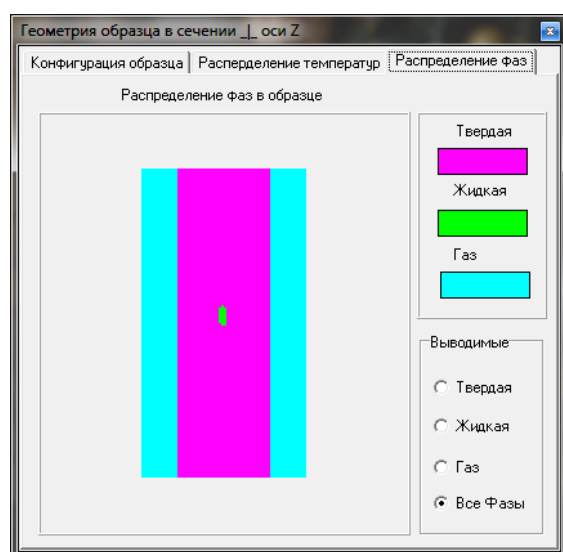


Рисунок 20 - Расчет области проплавления при сварке трубы диаметром 33,5мм

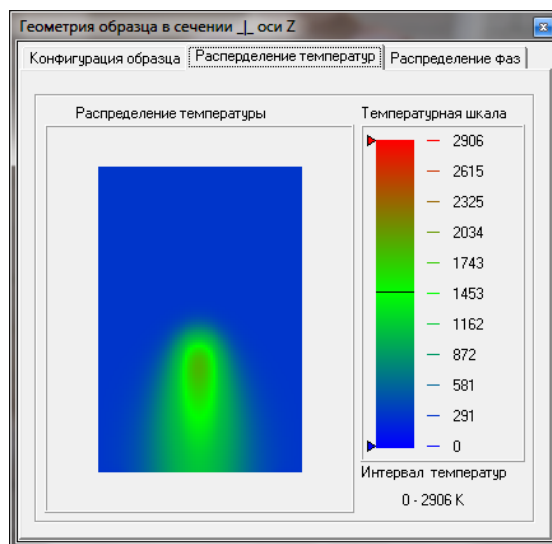


Рисунок 21 - Распределение температурных полей внутри образца при сварке трубы диаметром 48 мм

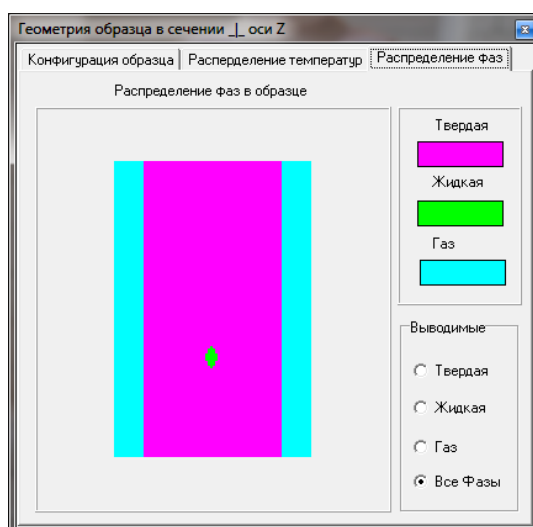


Рисунок 22 – Расплав трубы диаметром 48мм

После проведения компьютерных экспериментов были проведены натурные эксперименты по сварке пластин, а также труб из стали 09Г2С на режимах, полученных из расчетов.

Эксперимент показал удовлетворительное совпадение с результатами расчетов и подтвердил возможность сварки с применением сварочных проволок с предварительными расчетами в программе MEZA.

Материалы: пластины и трубы малых диаметров из стали 09Г2С. Источник

питания мы использовали инвенторный аппарат MATRIX AC/DC 200 фирмы CEA (Италия).

Выбор сварочного оборудования

Аппараты MATRIX 200 AC/DC осуществляют ручную дуговую сварку неплавящимся электродом на постоянном или переменном токе малоуглеродистой и нержавеющей стали, меди и сплавов.

Источник питания MATRIX 200 AC/DC

Таблица 7 - Технические характеристики MATRIX 200 AC/DC

Вес кг	18
Габариты мм	500x220x425
Толщина свариваемого металла мм	0.5-5(7)
Стандарты	EN 60974-1, EN 50199, S
Цифровые A/V	+
возможность программирования	+
импульсная сварка	+
Диапазон по току А	5-200
Класс защиты IP	
Класс изоляции	F
Напряжение питания при 50/60 Гц В	1~230
Напряжение холостого хода В	54
Плавкий предохранитель А	16
Потребляемая мощность кВА	3.8
Ток при ПВ 100% (при температуре 40 град) А	110
Ток при ПВ 60% (при температуре 40 град) А	130
Ток при ПВ X% (при температуре 40 град) А	200(30%)

Отличные технические характеристики этих сварочных аппаратов вкупе с применением высоких технологий цифрового контроля, обеспечивают сохранение и выдержку параметров сварки, использованных при вычислении в программном обеспечении MEZA. Сварка проводится неплавящимся вольфрамовым электродом.

Таблица 8 – Характеристики вольфрамового электрода

Применяется для сварки	сталь, алюминий, медь
Род тока	АС/DC
Диаметр электрода, мм	1.0, 1.6, 2.0, 2.4, 3.0, 3.2, 4.0, 4.8
Длина электрода, мм	175
Цвет	бирюзовый
Легирующий элемент	La ₂ O ₃ (оксид лантана) 1,4-1,6%

Дуга горит между свариваемым изделием и неплавящимся электродом из вольфрама. Электрод расположен в горелке, через сопло которой вдувается защитный газ. Присадочный материал подается в зону дуги со стороны и в электрическую цепь не включен.

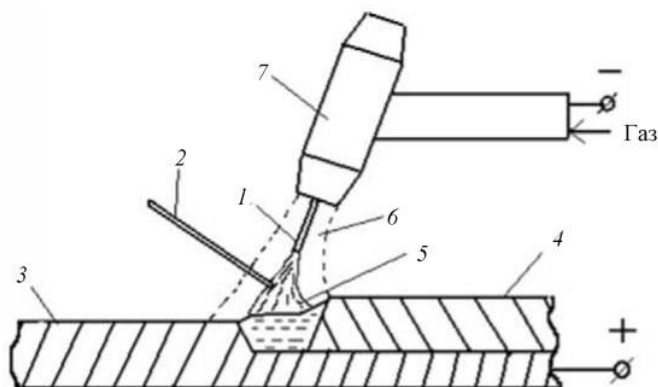


Схема процесса дуговой сварки в инертных газах:
1 – электрод; 2 – присадочная проволока; 3 – изделие; 4 – сварной шов;
5 – дуга; 6 – поток защитного газа; 7 – горелка

Рисунок 23 - Схема дуговой сварки в инертных газах

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом в среде инертного газа

Таким образом используя данный вид сварки провели четыре натурных эксперимента для выявления влияния кривизны поверхности на сварное соединение:

Первый эксперимент заключался в том, чтобы сварить два образца пластин из одинакового вида стали, марки- 09Г2С толщиной 3мм и проанализировать свариваемость образца.



Рисунок 24 - Образец сварки пластин из стали марки 09Г2С, вид сверху

Второй эксперимент проводился с трубой, с наружным диаметром 21,3 мм и толщиной стенки 3мм, марки стали 09Г2С.

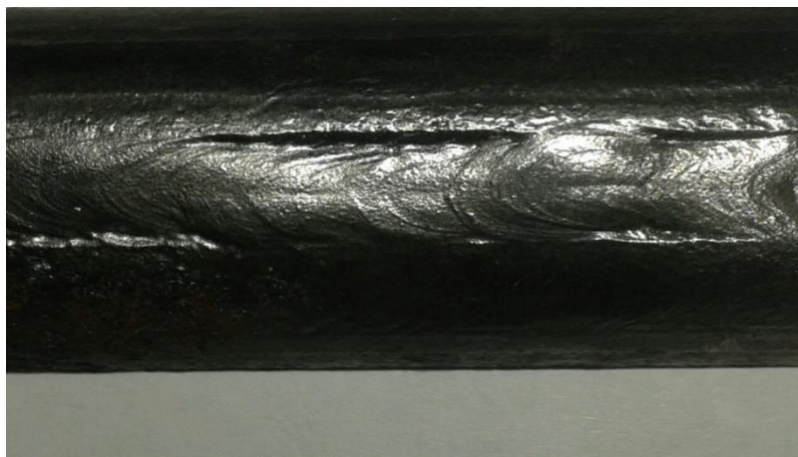


Рисунок 25 - Образец сварки трубы из стали, вид наружного шва сверху

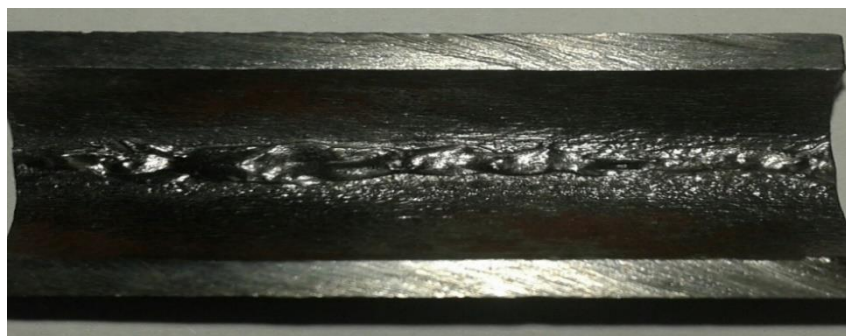


Рисунок 26 - разрез трубы диаметром 21,3мм, вид внутреннего шва сверху

Третий эксперимент проводился с трубой наружным диаметром 33,5 мм, толщиной стенки 3мм, сталь марки 09Г2С.



Рисунок 27 - Образец сварки трубы из стали, наружного шва сверху



Рисунок 28 - разрез трубы диаметром 33,5 мм, вид внутреннего шва сверху

Четвертый эксперимент проводится с трубой наружным диаметром 48 мм толщиной стенки 3 мм, марки стали 09Г2С.



Рисунок 29 - Образец сварки трубы из стали, вид наружного шва сверху



Рисунок 30 - разрез трубы диаметром 48 мм, вид внутреннего шва сверху

Контролем качества сварного соединения всех образцов является технический осмотр, было выявлено хорошая свариваемость образцов, отсутствие прожогов и пористости в сварных швах. Таким образом видно, что с помощью программного обеспечения и при натурных экспериментах сварки

образцов разной геометрической формы были получены неразъемные соединения, а также было выявлено, что при различной кривизне поверхности размеры сварного шва оказались близкими между собой для всех 4-х случаев.

Эксперимент показал удовлетворительное совпадение с результатами расчетов и подтвердил возможность достаточно точного выбора режимов сварки с применением сварочных проволок с предварительными расчетами в программе MEZA

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Предпроектный анализ

Целью экономической части диплома является анализ процесса с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проекта, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения процесса сварки, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов.

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результаты могут быть применены в компаниях, которые производят сварные соединения разных диаметров и геометрий поверхностей, применяемые в строительстве и машиностроении.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Помимо аргодуговой сварки в среде инертных газов для производства сварных соединений из стали 09Г2С разрешается применять ручную сварку покрытыми электродами.

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направление для ее реализации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю

экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (8)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 9

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б ₁	Б ₂		К ₁	К ₂	
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Затраты	0,1	5	4		0,5	0,4	
2. Удобство в применении	0,2	5	4		1	0,8	
3. Возможности проекта	0,15	5	4		0,75	0,6	
4. Универсальность	0,1	2	4		0,2	0,4	
5. Эффективность применения	0,1	5	3		0,5	0,3	
6.Конкурентоспособность	0,1	5	2		0,5	0,4	
7.Уровень проникновения на рынок	0,1	5	3		0,5	0,4	
8.Цена	0,1	1	5		0,1	0,3	
9.Квалифицированные кадры	0,05	3	4		0,15	0,2	
Итого	1	36	26		4,2	3,8	

Исходя из полученных данных, можно судить, что технология аргонодуговой сварки в среде инертных газов эффективнее, чем ручная дуговая сварка покрытыми электродами при сварке деталей разных геометрических форм.

3.1.3 FAST – анализ

FAST – анализ состоит из шести стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

1. В качестве предмета исследования выбрана сварочный аппарат Matrix 200 AC/DC

3.1.4 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

Первый этап – опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 10).

Таблица 10 – SWOT – анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Отсутствие данного процесса для повышения эффективности сварки у конкурентов С2. Использование современного оборудования С3. Наличие опытного руководителя С4. Высокая производительность процесса сварки	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Сложность оборудования Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности: В1. Получение качественных сварных		

соединений В2. Повышение эффективности сварки В3. Регулирование производительности		
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Государство не даст средства для реализации темы.		

Второй этап – выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 11,12,13,14.

Таблица 11 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	-	+	-	+
	В2	0	+	0	+
	В3	+	+	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: В1С1, В1С2, В1С3, В1С4, В2С2, В2С4, В3С1, В3С2, В3С3.

Таблица 12 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	-	-	+
	В2	-	-	+
	В3	+	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: В1Сл1, В1Сл2, В1Сл3, В2Сл1, В2Сл2, В2Сл3, В3Сл1, В3Сл3.

Таблица 13 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	0	-	-	+
	У2	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С2, У1С3, У1С4, У2С1, У2С2, У2С3, У2С4.

Таблица 14 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	+	-
	У2	0	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1, У1Сл2, У1Сл3, У2Сл2, У2Сл3.

Выявив соответствия сильных и слабых сторон научно исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды, можно определить потребность в проведении стратегических изменений.

Третий этап – составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 15).

Таблица 15 – SWOT – анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Отсутствие данного процесса для повышения эффективности сварки у конкурентов С2. Использование современного оборудования С3. Наличие опытного руководителя С4. Высокая производительность процесса сварки	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Сложность оборудования Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности: В1. Получение качественных сварных соединений В2. Повышение эффективности сварки В3. Регулирование производительности	В1С1 – спрос на продукцию В1С2 – уменьшение количество брака сварных швов В1С3 – повышение конкурентно способности В1С4 – увеличение оборотов производства В2С2 – получение высокой производительности сварочных работ В2С4 – увеличение производственных мощностей, масштабирование производства В3С1 – уменьшение себестоимости производимых сварочных работ и как следствие, получаемых сваркой изделий В3С2 – строгий контроль качества В3С3 – исключение образования дефектов в изделиях	В1Сл1 – повышение квалификации персонала В1Сл2 – аренда оборудования на первых этапах производства В1Сл3 – затраты времени на отработку режимов и составления технологических карт по сварке В2Сл1 – разработка технологических инструкций к работе В2Сл2 – замена комплектующих более дешевыми аналогами В2Сл3 – проведение повышения квалификации для персонала, стажировки В3Сл1 – составление карты режимов для разных задач и материалов В3Сл3 – привлечение специалистов

		из других регионов
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Государство не даст средства для реализации темы.	У1С2 – оптимизация процессов производства У1С3 – разработка новых технологических решений с имеющимися ресурсами У1С4 – снижение себестоимости путем оптимизации рабочего процесса У2С1 – привлечение инвестиций и заключение хоз.договоров с компаниями заинтересованными в исследованиях У2С2 – поиск компаний инвесторов, заинтересованных в данном исследовании У2С3 – реализация проекта на кафедре ОТСП У2С4 – создание малого предприятия на базе ТПУ	У1Сл1 – стажировка персонала в компаниях с имеющимся оборудованием У1Сл2 – покупка более дешевого отечественного оборудования У1Сл3 – обучение и повышение квалификации персонала У2Сл2 - приобретение оборудования за средства компаний инвесторов, разработка технологии на базе их предприятия У2Сл3 – привлечение выпускников ВУЗов по профилирующим направлениям разработки

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

3.1.5 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (9)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно–технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно–технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно–технического задела для представления на рынок	5	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	5	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	5
14.	Имеется команда для коммерциализации научной	3	5

	разработки		
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
ИТОГО БАЛЛОВ		61	56

Таким образом, разработка считается перспективной, а знания разработчика выше среднего. Возможно привлечение в работу эксперта по проведению процедуры оценки уровня профессиональных компетенций сотрудников, осуществляющих контрольно-надзорные мероприятия.

3.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта. [22]

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже.

1) Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 17.

Таблица 17 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
----------------------------------	----------------------------------

Компании по производству продукции из нержавеющей стали	Получение комплекта технологической документации по изготовлению сварных соединений из стали 09Г2С
---------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

В таблице 18 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 18 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка технологии производства сварных соединений из стали 09Г2С
Ожидаемые результаты проекта:	Подбор режимов и оборудования для сварки, комплект технологической документации для производства сварных соединений из стали 09Г2С
Требования к результату проекта:	Требование:
	Выполнение поставленных задач
	Научное объяснение результатов экспериментов
	Заключение о результатах исследования

2) Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 19).

Таблица 19 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Киселев А.С. ,зав. Кафедры ОТСП	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Кузнецов Е.В. бакалавр кафедры ОТСП	Студент	Выполнение теоретической части

3) Ограничения и допущения проекта. Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 20 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	

3.1.1.Источник финансирования средства ТПУ	—
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	19.12.16 г ____
3.2.2. Дата завершения проекта	02.12.2017 г.

В данном разделе были определены основные цели и ожидаемые результаты от разработок, обозначены сроки завершения проекта и назначены главные участники.

3.3 Планирование управления проектом

3.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить линейный график выполнения проекта. Линейный график представляется в виде таблицы (таблица 21).

Таблица 21 - Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направление разработки	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент

	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Выводы по цели	Научный руководитель, студент

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Работа над ВКР проводилась с 19 декабря 2016 года по 02 декабря 2017 года. В итоге, при пятидневной рабочей неделе с учетом выходных и праздничных дней получается 116 рабочих дней.

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости этапов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях. Она носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Поэтому для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ используется метод вероятностных оценок длительности работ. Он основан на использовании трех оценок

$$t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4t_{нв} + t_{\max}}{6}, \quad (10)$$

где t_{\min} – кратчайшая продолжительность заданной работы (оптимистическая оценка),

t_{\max} – самая большая продолжительность работы (пессимистическая оценка),

$t_{н.в.}$ – наиболее вероятная продолжительность работы.

Для оценки трудоемкости необходимо разработать перечень работ.






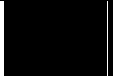
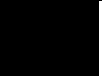




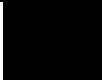
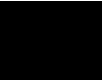




Выбор комплекса работ при разработке проекта производится в соответствии с ГОСТ 19.102-77 устанавливающего стадии разработки. Перечень комплекса работ приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Временные показатели проведения научного исследования

№ Ра-бот	Вид работ	Исполнители	Трудоемкость работ				Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
			t _{min}	t _{нв}	t _{max}	t _{ож}	t _р	t _к
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	3	5	3	3	7
2	Выдача задания на тему	Руководитель	1	3	5	3	3	7
3	Постановка задачи	Руководитель	1	3	5	3	3	7
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель Студент	2	5	7	4,8	5	10
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	7	14	20	13,8	14	20
6	Анализ существующего опыта	Студент	4	5	8	5,3	6	8
7	Подбор нормативных документов	Студент	4	5	8	5,3	6	8
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель Студент	4	10	16	10	10	17
9	Разработка технологической документации	Студент	4	7	10	7	7	10
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4	6	8	6	6	10
12	Работа над выводом	Студент	1	2	4	2,2	3	6
13	Составление пояснительной записки	Студент	1	2	4	2,2	3	6
Руководитель								48
Студент								95

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 21 дн., бакалавра – 87 дн., совместной работы – 27 дн.) равна 116 дн. На основании таблицы 22 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 23).

Таблица 23 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Ра- бот	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	7							
2	Выдача задания на тему	Руководитель	7							
3	Постановка задачи	Руководитель	7							
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель Студент	10		 					
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	20							
6	Анализ существующего опыта	Студент	8							
7	Подбор нормативных документов	Студент	8							
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель Студент	17					 		
9	Разработка технологической документации	Студент	10							
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	10							
12	Работа над выводом	Студент	6							
13	Составление пояснительной записки	Студент	6							
				 -студент;  -руководитель.						

3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Определение затрат производится путем составления сметы затрат на разработку технологического процесса. Смета затрат состоит из прямых и накладных расходов, которые включают в себя следующие статьи:

статья 1 – материальные затраты НТИ;

статья 2 – затраты на специальное оборудование для научных работ;

статья 3 - основная заработная плата исполнителей темы;

статья 4 – дополнительная заработная плата исполнителей темы;

статья 5 – отчисления во внебюджетные фонды;

статья 6 - накладные расходы.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Перечень стоимости сварочного оборудования и материалов необходимых для данной разработки приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Основные материалы

Наименование	Ед. изм	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Универсальная горелка	шт	1	3020	3020
Газовый баллон	шт	1	8000	8000
Редуктор	шт	1	1500	1500
Газовые шланги	шт	1	1000	1000

Кабель соединительный 10 м	шт	1	2700	2700
Зажим на деталь с кабелем 5 м	шт	1	300	300
Кулер	шт	1	450	450
Неплавящийся электрод	кг	5	200	2000
Трубы из стали 09Г2С	кг	4	500	5000
Итого				19470

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данном разделе рассмотрены затраты на приобретение специального оборудования (сварочного и компьютерного). Стоимость оборудования указана в таблице 25.

Таблица 25 – Стоимость специального оборудования

Наименование	Кол-во	Цена ед., руб.	Сумма, руб.
Сварочный аппарат Matrix 200 AC/DC	1	23700	23700
Затраты на доставку и монтаж	1	3555	3555
Итого			27255

Стоимость оборудования полностью включается в величину затрат на НИР, так как сумма затрат на приобретение и доставку оборудования не превышает 100 т.р.

3.4.3 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного

времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [22]. Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $Z_{\text{бт}}=6595$ руб/мес, для руководителя (ассистента с ПКГ ППС 1) - $Z_{\text{бп}}=33162$ руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 1 [22]:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле 2 [22]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (12)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле 3, [54]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T}, \quad (13)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

T – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит $T=26$ дней.

Месячный должностной оклад работника [22]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (14)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{мт}} = 6595 \cdot 1,3 = 8573,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{мп}} = 33162 \cdot 1,3 = 43110,6 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$З_{\text{дн.т}} = \frac{8573.5}{26} = 329,75 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн.п}} = \frac{43110.6}{26} = 1658,1 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 114 полных рабочих дней (8 часов в день):

$$З_{\text{осн.т}} = 329,75 \cdot 114 = 37591,50 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн.п}} = 1658,1 \cdot 48 = 79588,8 \text{ руб.}$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 26.

Таблица 26 - Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоемкость выполнения работы Тисп, д	Заработная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная заработная плата, руб	Основная заработная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Студент (техник)	1	114	6595	329,75	37591,5	8573,5
Руководитель (доцент)	1	48	33162	1658,1	79588,8	43110,6
Итого:	2	162			117180,3	

В данном разделе были определены затраты на фонд заработной платы, который равен 117180,3 рублей.

3.4.4 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [22]:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} , \quad (15)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и получаем:

$$З_{\text{доп.п}} = 0,1 \cdot 79588,8 = 7958,88 \text{ руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет дополнительной заработной платы. Итоговая сумма дополнительной заработной платы руководителя проекта равна 7958,88 рублей.

3.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле 6 [54]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) , \quad (16)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Принимаем $k_{\text{внеб}}=0.302$.

Отчисления с основной заработной платы руководителя:

$$C_{\text{внеб.т}} = 0,302 \cdot 79588,8 = 24035,82.$$

Отчисления с основной дополнительной заработной платы руководителя:

$$C_{\text{внеб.п}} = 0,302 \cdot 7958,88 = 2403,58$$

В данном разделе был сделан расчет отчислений во внебюджетные фонды. Итоговая сумма отчислений равна 26439,4 рублей.

3.4.6 Расчет накладных расходов

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Накладные расходы составляют 40 % суммарных затрат по хоздоговору.

$$C_{\text{накл.г}} = 0,4 \cdot 198303 = 79321 \text{ руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет накладных расходов.

3.4.7 Формирование бюджета затрат НТИ

Расчет сметы затрат на разработку приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Смета затрат на разработку технологического процесса

Статья затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты НТИ	19470
Материальные затраты на спецоборудование	27255
Основная заработная плата	117180
Дополнительная заработная плата	7959
Отчисления во внебюджетные фонды	26439
Накладные расходы	79321
Итого	277624

В данном разделе были определены основные источники расходов для реализации данного проекта. Всего потребуется 277624 рублей.

В результате проведенного FAST-анализа были выявлены слабые стороны сварочного аппарата фирмы Matrix 200 – AC/DC, редуктор, газовые шланги, кабель соединительный 10 м,. В качестве оптимизации данных функций можно выделить

следующее:

- 1) использование новых материалов для изготовления оборудования;
- 2) унификации сборочных единиц и деталей аппаратов.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также сумма заработной платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 277624 руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса аргонодуговой сварки в защитном газе, по сравнению с другими способами сварки.

Глава 4 Социальная ответственность

Все работы производились в офисных и производственных помещениях на объекте. Основная часть работы производится на месте, оборудованном ПЭВМ, поэтому в данном разделе ВКР рассматриваются вопросы анализа и выявления возможных опасных и вредных факторов на рабочем месте инженера. Площадь занимаемого помещения составляет 28 м², на которых располагаются 3 человека.

4.1 Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте

Теоретическая часть работы проводилась на компьютере. Так же проводилась работа с изучением нормативной документации. На данном этапе присутствуют следующие опасные и вредные факторы:

1. напряженность трудового процесса;
2. повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
3. повышенный уровень шума на рабочем;
4. недостаточная освещенность.

В ходе работы используется сварка, резка, и химическая обработка шлифов. На этом этапе возникают следующие опасные и вредные факторы:

- поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей;
- чрезмерная запыленность и загазованность воздуха;
- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне;
- поражение электрическим током;
- излишняя яркость сварочной дуги,
- поражение и ожоги от химических реактивов.

4.2 Напряженность трудового процесса

Работа за компьютером вызывает значительное напряжение и нервно-эмоциональную нагрузку операторов, требует высокой напряженности зрительной работы и достаточно большой нагрузки на мышцы спины и рук при работе с клавиатурой, а также вызывает умственные и нервно-психологические перегрузки. Важную роль для обеспечения работника наиболее безопасными и удобными условиями труда играет планировка рабочего места инженер.

Одним из основных эргономических требований является правильная рабочая поза. Необходимо стремиться к тому, чтобы рабочая поза была как можно ближе к естественной позе человека. Основной рабочей позой является поза сиденье. Необходимо скорректировать конструкцию кресла так, чтобы как можно равномернее распределить давление тела на площадь опоры.

Наиболее удобным считают сиденье, имеющее выемку, соответствующую форме бедер, и наклон назад. Спинка стула должна быть изогнутой формы, обнимающей поясницу. Длина её 0.3 м, ширина 0.11 м, радиус изгиба 0.3 – 0.35 м.

Рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. Расстояние между рабочими столами с мониторами должны быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов – не менее 1.2 м, также монитор и клавиатура должны находиться прямо перед оператором; высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680 – 800 мм над уровнем пола, а высота экрана (над полом) – 900 – 1280 см. Монитор должен находиться от оператора на расстоянии 60 – 70 см на 20 градусов ниже уровня глаз.

Производственная среда, являющаяся предметным окружением человека, должна сочетать в себе рациональное архитектурно-планировочное решение, оптимальные санитарно-гигиенические условия.

Исследования в области физиологии и психологии показали, что следует учитывать психофизиологическое влияние цвета на человека. Рациональное

цветовое оформление помещений направлено на улучшение санитарно-гигиенических условий труда, повышение его производительности и безопасности. Окраска производственных помещений влияет на нервную систему человека, его настроение, производительность труда. Помещения целесообразно окрашивать в соответствии с цветом технических средств

4.2.1 Освещение

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую посредством зрения; кроме того, оно утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих. Кроме того, при неудовлетворительном освещении снижается производительность труда, и увеличивается брак продукции.

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывает человек, должно быть предусмотрено естественное освещение, создаваемое светом неба.

Естественный свет по своему спектральному составу значительно отличается от света, получаемого от электрических источников света. В спектре солнечного света гораздо больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей; для естественного освещения характерна высокая диффузность (рассеянность) света, весьма благоприятная для зрительных условий работы.

Искусственное освещение, создаваемое электрическими лампами, предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света или для освещения помещения в те часы суток, когда естественный свет отсутствует.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23 - 05 – 95«Требования к освещению помещения промышленных предприятий» в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности).

Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатели ослепленности не должны превышать 20 - 80 единиц в зависимости от продолжительности и разряда зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10 - 20 % в зависимости от характера зрительной работы.

Цветовая отделка интерьеров помещений и оборудования в сварочных цехах должна соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделке интерьеров производственных зданий промышленных предприятий

4.2.2Микроклимат и воздушная среда

Работы по сварке в производственных цехах выполняют, как правило, внутри помещений. Выполнение работ в иных местах допускается на действующих предприятиях в соответствии с Правилами техники безопасности и производственной санитарии по отраслям промышленности.

Микроклимат в производственном помещении и на рабочем месте оказывает существенное влияние на самочувствие работающего. Значительные колебания микроклимата могут приводить к перегреву или переохлаждению организма, что снижает производительность труда и влечет за собой заболевания и травмирование.

Важнейшими мероприятиями по нормализации микроклимата в производственных помещениях и в зонах рабочих мест являются: отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005 – 88 "Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производственной работы и характера тепловыделения в рабочем помещении.

Для защиты и удаления вредных газов и пыли с мест сварки и подачи чистого воздуха используют вентиляцию.

Вентиляция может быть общей и местной.

Общая вентиляция бывает приточно-вытяжной. Свежий воздух обычно подают в цех через общецеховую вентиляционную установку, а загрязненный воздух удаляют из цеха общецеховой вентиляцией, а также местными устройствами.

Местная вытяжная вентиляция, удаляя вредные вещества из помещения, должна препятствовать их попаданию в зону дыхания рабочего. Местный отсос можно считать удовлетворительно работающим, когда он удаляет вредности по принципу «от рабочего».

Нередко источник выделения вредных веществ укрывают зонтом, под которым находится рабочий, что совершенно недопустимо, так как через зону дыхания в этом случае проходят все вредные вещества. Поэтому, на рабочих местах в зоне сварки нужно установить аппаратуру с отсасывающим поворотным рукавом.

Сварочные участки, сообщающиеся проемами со смежными помещениями,

где не проводится сварка, должны иметь вытяжную вентиляцию с механическим побуждением.

4.2.3 Шумы и вибрации

Шумы и вибрации оказывают негативное влияние на здоровье человека. Вибрация бывает: общая и локальная (местная). Общая вибрация вызывает сотрясения всего организма, местная вовлекает в колебательное движение отдельные части тела. Общей вибрации подвергаются транспортные рабочие, операторы мощных штампов и некоторых других видов оборудования. Локальной вибрации подвергаются работающие с ручным механизированным электрическим и пневматическим инструментом (зачистка сварочных швов, обрубка, шлифовка и т. п.). В ряде случаев работающий может подвергаться одновременно воздействию общей и локальной вибрации (комбинированная вибрация). У лиц, работающих в условиях постоянного шума, наблюдается повышенная утомляемость, нарушается концентрация внимания, точность и координированность движений, ухудшается восприятие звуковых и световых сигналов опасности, что способствует росту травматизма на производстве.

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно - сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Систематическое воздействие общих вибраций в резонансной или околорезонансной зоне может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

Шумы и вибрации превышают в цехах допустимые нормы, главным

образом, вследствие нерациональной конструкции или неправильной установки машины или установки. Но наряду с этим многие шумы и вибрации связаны с технологическими процессами, и они неизбежны. Поэтому для уменьшения вибраций и шумов необходимо изолировать данное оборудование в отдельное помещение и установить на отдельный фундамент.

Различают санитарно-гигиеническое и техническое нормирование вибраций. В первом случае обеспечиваются оптимальные условия с точки зрения защиты от вибраций человека, во втором – машин и оборудования.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.03 - 83 и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562 - 96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".

При вибрациях, возбуждаемых работой оборудования и передаваемых на рабочие места, в производственных помещениях нормируемыми параметрами являются среднеквадратичные величины колебательной скорости в октавных полосах частот или амплитуды перемещений.

Снижение уровня вибраций может быть достигнуто виброгашением, которое чаще реализуется путем установки вибрирующих агрегатов на самостоятельные виброгасящие основания (фундамент).

4.2.4 Электробезопасность

На предприятии используется сварочное оборудование с величиной номинального сварочного тока до 800 А и напряжением питающей сети до 380 В. Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к

токоведущим частям, находящимся под напряжением;

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения, что достигается изоляцией токоведущих частей;
- устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусе, кожухе и других частях оборудования для сварки, что достигается использованием двойной изоляции, а также применением защитного заземления.

Выполнение сварочных работ без заземления корпусов сварочного оборудования категорически запрещается. Во время работы необходимо систематически проверять надежность заземления. Для быстрого отключения электрического тока необходимо обеспечить легкий доступ к рубильникам, кнопкам и другим отключающим устройствам.

Все оборудование сварочных участков должно соответствовать "Правилам устройства электроустановок" (ПУЭ) и действующим ГОСТ 12.1.007.0 - 75 "Система стандартов безопасности труда. Оборудование электротехническое. Общие требования безопасности." и ГОСТ 12.2.007.8 - 75 "Система стандартов безопасности труда. Оборудование электросварочное и для плазменной обработки. Требования безопасности," а его эксплуатация

- "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей". Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок, имеющихся в инструкциях заводов изготовителей.

Производственное помещение, в котором размещается сварочное оборудование, из-за наличия токопроводящего железобетонного пола и металлической пыли, образующейся в результате сварки, относится к особо опасным.

Обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр и специальное обучение. Каждый работник обязан знать, как оказать первую помощь пострадавшему от действия электрического тока.

4.2.4.1 Расчет защитного заземления

При эксплуатации оборудования большое значение имеет соблюдение мер электробезопасность, исключающих возможность поражения человека электрическим током. Одним из распространенных средств защиты от поражения электрическим током является защитное заземление. Оно заключается в соединении не токоведущих частей электроустановок с землей.

Используемое оборудование относится к установкам с напряжением до 1000В. При линейном напряжении - 380В и фазовом - 220В по таблице выбираем $r_3 = 4 \text{ Ом}$.

Электроды заземления расположим в ряд (рис.1.). Электроды погружаются в предварительно вырытой траншее глубиной $h = 0,8 \text{ м}$. Электроды соединяет шина, закладываемая в траншею. Ширину соединительной шины принимаем $b = 0,04 \text{ м}$, тогда глубину заложения шины определим по формуле:

$$h_n = h - b \quad (17)$$

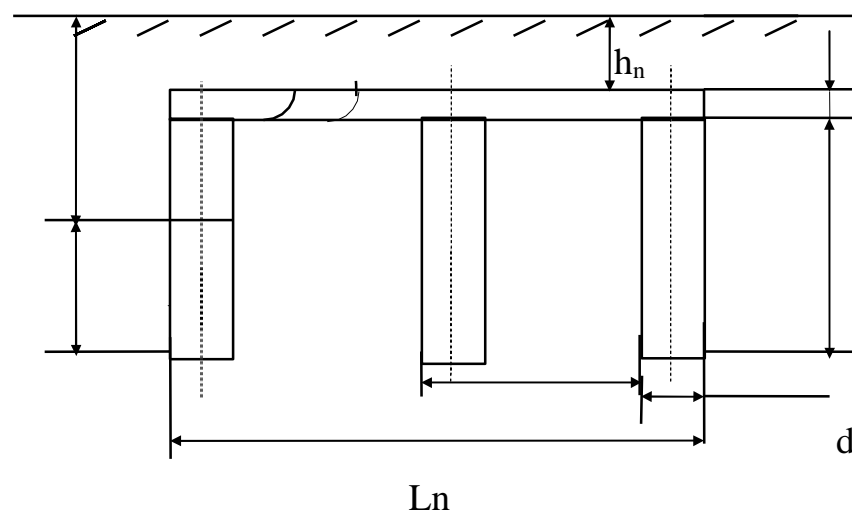


Рисунок 30 - Расположение электродов в заземлении

$$h_n = 0,8 - 0,04 = 0,76 \text{ м.}$$

В качестве электродов выбираем прутки диаметром $d_3 = 0,012 \text{ м}$ и длиной $l_3 = 5,5 \text{ м}$.

Глубина заложения электродов:

$$h_3 = h_n + 1/2 \cdot l_3 \quad (18)$$

$$= 0,76 + 0,5 \cdot 5,5 = 3,51 \text{ м.}$$

Расстояние между электродами принимаем $a = 2,0 \text{ м}$.

Определим сопротивление одного электрода по формуле:

$$r = \frac{\rho \cdot K_{\theta} \left(\ln \frac{2l_3}{d_3} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h_3 + l_3}{4h_3 - l_3} \right)}{2\pi \cdot l_3} \quad (3)$$

где: $\rho = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ (грунт - глина) - удельное сопротивление грунта;

$K_{\theta} = 1,5$ по таблице - коэффициент замерзания грунта для вертикальных электродов;

l_3 - длина электрода, м;

h_3 - глубина заложения электрода, м.

$$r_3 = \frac{60 \cdot 1,5 \left(\ln \frac{2 \cdot 5,5}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,51 + 5,5}{4 \cdot 3,51 - 5,5} \right)}{2 \cdot 3,14 \cdot 5,5} = 18,85 \text{ Ом}$$

Определим предварительное число электродов по формуле:

$$n' = \frac{r_{\Sigma}}{r_3} = \frac{18,85}{4} = 4,71 \text{ шт.} \quad (19)$$

Коэффициент использования электродов, расположенных в ряд:

$$\frac{a}{l_3} = \frac{1,5}{5,5} = 0,27 < 1, \quad (20)$$

тогда по рекомендациям принимаем $\eta_э = 0,67$.

Определим окончательно необходимое количество электродов:

$$n = \frac{r_э}{r_з \cdot \eta_э} = \frac{18,85}{4 \cdot 0,67} = 7,3 \text{ шт.} \quad (21)$$

Примем окончательно число электродов $n = 8$ шт.

Определим длину соединительной шины по формуле:

$$L_n = a \cdot (n - 1), \quad (22)$$

где: a - расстояние между электродами, м;

n - число электродов, шт.

$$L_n = 2,0 \cdot (8 - 1) = 14 \text{ м.}$$

Определим сопротивление соединительной шины по формуле:

$$r_n = \frac{\rho \cdot K_r \cdot \ln 2 \cdot L_n^2}{2 \cdot \pi \cdot L_n \cdot h_n \cdot b}, \quad (23)$$

где: $K_r = 4,2$ - коэффициент замерзания грунта для горизонтальной полосы;

L_n - длина соединительной шины, м;

h_n - глубина заложения шины, м;

b - ширина соединительной шины, м.

$$r_n = \frac{60 \cdot 4,2}{2 \cdot 3,14 \cdot 14} \cdot \ln \frac{2 \cdot 14^2}{0,76 \cdot 0,04} = 27,13 \text{ Ом.}$$

По таблице определим коэффициент использования полосы

$$\eta_n = 0,76$$

Определим общее сопротивление всего контура защитного заземления:

$$r_\Sigma = \frac{r_\partial \cdot r_n}{r_\partial \cdot \eta_n + r_n \cdot \eta_\partial \cdot n}, \quad (24)$$

где: r_∂ - сопротивление одного электрода, Ом;

r_n - сопротивление соединительной шины, Ом;

$\eta_{\text{э}}$ - коэффициент использования электродов расположенных в ряд;

$\eta_{\text{п}}$ - коэффициент использования полосы;

n - число электродов, шт.

$$r_{\Sigma} = \frac{18,85 \cdot 27,13}{18,85 \cdot 0,76 + 27,13 \cdot 0,67 \cdot 8} = 3,2 \text{ Ом.}$$

Условие $r_{\Sigma} \leq r_3$ ($3,2 \leq 4$) выполнено, следовательно, рассчитанное заземление удовлетворяет нормам.

4.2.5 Ожоги при сварочных работах

Образующиеся при дуговой сварке расплавленный металл имеет высокую температуру, в случае попадания на кожу брызг, искр, шлака и раскаленного металла возможны сильные ожоги.

Для предотвращения ожогов при сварке, попадания искр и капель расплавленного металла, необходимо применять спец одежду: специальный брезентовый костюм сварщика, имеющий соответствующую маркировку «Тр»; рукавицы брезентовые или кожаные типа «Е» с защитными свойствами «Тр»; кожаные ботинки с маркировкой «Тр»; защитные очки, маски; предохранительный пояс.

Излучение электрической дуги вызывает ослепление глаз и может привести к ожогу сетчатки глаз, т.е. их воспалению. Однако излучение может также привести к ожогам кожи и явлениям, схожим с солнечным ожогом. Учитывая это, сварщик обязан защитить себя соответствующей защитной одеждой и щитком с соответствующими защитными фильтрами по стандартам EN 166 и EN 169. В качестве защитного фильтра следует использовать фильтры ступеней от 9 (для тонких электродов и низкой силы тока) до 14 (для толстых электродов и высокой силы тока).

4.2.6 Пожарная безопасность

Пожары на предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Опасными и вредными факторами пожара, воздействующими на людей, являются: открытый огонь, повышенная температура окружающей

среды и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, падающие части строительных конструкций; при взрыве - ударная волна, разлетающиеся части и вредные вещества.

Причины возникновения пожаров в сварочных цехах машиностроительных предприятий следующие:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования;
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;
- искры при электросварочных работах;
- несоблюдение графика планового ремонта, износ и коррозия оборудования;
- реконструкция установок с отклонением от технологических схем.

Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами (ГОСТ 12.1.004 - 76 "Пожарная безопасность" и ГОСТ 12.1.010 - 76 "Взрывобезопасность. Общие требования"). Этими стандартами возможная частота пожаров и взрывов допускается такой, чтобы вероятность их возникновения в течении года не превышала 10^{-6} или чтобы вероятность воздействия вредных факторов на людей в течении года не превышала 10^{-6} .

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики. Понятие пожарной профилактики включает комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Для быстрой ликвидации пожара вблизи сварочного места всегда должны быть ящик с песком и лопата, а также ручной огнетушитель. Огнетушители, применяемые при тушении пожара на участках с

электроустановками, должны быть углекислотными. На участке, в специально оборудованных местах, должно находиться не менее двух огнетушителей ОУ - 5.

Пожарные краны, рукава, стволы, огнетушители и другие средства пожаротушения, необходимо содержать в исправности и хранить в определенных местах.

4.3 Охрана окружающей среды

Сварка является одним из основных технологических процессов в машиностроении. Воздушная среда производственных помещений загрязняется сварочным дымом, в состав которого в основном входят аэрозоли металлов и их окислов (железа, марганца, хрома, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразных фтористых соединений и многих других элементов. Кроме аэрозолей в состав дыма могут входить вредные газы: окиси углерода, азота и озона.

Попадая в атмосферу населенных пунктов, эти загрязнители способны вызвать кислотные дожди, повысить заболеваемость населения болезнями дыхательных путей, вызвать аллергизацию населения, нарушить работу важнейших органов и систем органов в организме человека.

Таким образом, чрезвычайно актуальным в настоящее время является снизить уровень негативного влияния машиностроительного комплекса на народонаселение близлежащих населенных пунктов. Это может быть осуществлено посредством внедрения очистных установок (фильтры, вытяжные установки на рабочих местах, более мощная система вентиляции), внедрение «зеленых» технологий производства (нетоксичное сырье, возможность вторичного использования отходов), ужесточения мониторинговых программ (установка автоматизированных постов наблюдения). Внедряя такие технологии, возможно не только снизить

негативное влияние на окружающую среду и организм человека, но и приносить экономическую выгоду от снижения затрат на загрязнение природной среды.

4.4 Чрезвычайные ситуации

Производство находится в городе Асино с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы, взрывы, пожары, и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Так же на производстве присутствуют пожаро опасные помещения они подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , Γ_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 в данной работе сварочный пост относится к категории «А» - повышенная взрывопожароопасность.

Таблица 28 – Категория помещения по уровню пожаровзрывоопасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные

взрывопожаро- опасность	парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию. Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-2 или ОУБ-3. На стене рядом с местом расположения огнетушителя должна находиться таблица с номерами телефонов экстренного вызова местной и городской пожарной команды.

В качестве дополнительных мер по предотвращению пожаров предлагается использовать автоматизированные системы оповещения и пожаротушения.

4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для работы инженера актуальным вопросом правового обеспечения безопасности является защита интеллектуальной собственности и защита информации. Проблема защиты прав интеллектуальной собственности и противодействие таким деяниям носит комплексный характер, что обусловлено следующими причинами:

1. Правонарушения происходят не только в сети Интернет, но и других информационно-телекоммуникационных сетях, к которым, в частности, относятся сети подвижной радиотелефонной связи.

2. С использованием таких сетей совершаются самые различные правонарушения:

- плагиат;
- незаконная торговля объектами прав интеллектуальной собственности;
- торговля контрафактной продукцией через Интернет - магазины.

3. Объектами правонарушений являются самые различные объекты прав интеллектуальной собственности.

4. Правонарушения носят транснациональный характер.

5. Рассматриваемые правонарушения зачастую сопровождаются другими опасными деяниями: распространение вредоносных программ, нарушение правил обработки персональных данных, распространение спама и других.

Из проведенного анализа выше перечисленных проблем защиты прав интеллектуальной собственности на рабочем инженера предлагаются следующие методы защиты информации:

- использование не лицензированного программного обеспечения на предприятии влечет административную или уголовную ответственность;
- импорт, тиражирование, продажа, а также иное введение в гражданский оборот экземпляров программ без разрешения их правообладателей является нарушением авторского права.
- программы для ЭВМ и базы данных относятся Законом к объектам авторского права. Программам для ЭВМ предоставляется правовая охрана.

На рабочем месте инженера используются лицензированное программное обеспечения, персонал инструктирован об ответственности за использование, продажу или распространение конфиденциальной информации

предприятия. В качестве дополнительных средств защиты информации предлагается использовать пароли ограниченный доступ.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была освоена методология CAD-CAE-CAM — проектирования технологических процессов сварки плавлением. С помощью программного обеспечения были определены режимы для сварки труб с различной кривизной поверхности и выявлено, что размеры сварного шва практически совпали между собой для всех расчетных случаев. Это указывает на то, что полученные режимы для пластин можно с полным основанием использовать для прямошовной сварки образцов нелинейной геометрии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Николаев, Г.А. Сварка в машиностроении : справочник,/ Г.А. Николаев. – М.:Машиностроение, 1978.
 - Т.1. Справочник - 504 с.,ил.
 - Т.2. Справочник - 462 с.,ил.
 - Т.3. Справочник - 567 с.,ил.
 - Т.4. Справочник - 512 с.,ил.
2. Справочник сварщика / Под ред. В.В. Степанова. - Изд. 3-е. – М.: Машиностроение, 1975. - 520с.
3. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, В.П. Демянцевич – М.:Машиностроение, 1977. - 431 с.
4. Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. –Киев: Вища школа, 1976. - 424с.
5. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. / Под ред. акад. Б. Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. - 768 с.
6. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова. - М.:Машиностроение, 1989. - 640 с.
5. Королёв, Н.В. Расчёты тепловых процессов при сварке: учебное пособие. / Н.В. Королёв. - Екатеринбург: УГТУ, 1996. - 156с.
6. Шалунова, М.Г. Практикум по методике профессионального обучения: учеб. пособие. / М.Г.Шалунова, Н.Е. Эрганова. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.- пед. ун-та, 2001. - 67 с.
7. Шелтен, А.Ю. Введение в профессиональную педагогику: учеб. пособие. / А.Ю Шелтен . - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1996. – 288 с.
8. Эрганова Н.Е. Основы методики профессионального обучения: учеб. пособие для инженеров-педагогов. / Н.Е.Эрганова. — Свердловск: Свердл. инж.- пед. ин-т, 1990. - 148 с.
9. ГН 2.2.5.686-98 Предельно допускаемые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

10. Методические указания к выполнению раздела «Охрана природы» дополнительного проекта и дипломных работ / Свердлов. инж-пед. ин-т. Свердловск, 1988-21с.

11. СанПин 2.24.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

12. ГОСТ 12.1.019.-93 Рабочее место при выполнении работ стоя [Текст]. - Общигигиенические требования, - М.:1993.

13. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях [Текст]. - М.:1996.

14. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»

15. Р 2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной тяжести и напряженности трудового процесса».

16. ГОСТ 12.1.019.-96 Электробезопасность . Общие требования.

17. ГОСТ 12.1.030-96 Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. - М.:1996.

18. ГОСТ 12.1017-96 Пожарная безопасность. Общие требования. -М.:1996.

19. Бежин О.Н., Косяков В.А., Кректулева Р.А. Формирование тепловых локализованных структур в сварном шве при импульсно-дуговой сварке неплавящимся электродом.// ПМТФ, - 1998. - №6. – С.172-177.

20. Кректулева Р.А., Бежин О.Н. Применение программного обеспечения Meza для оценки дефектности сварных соединений на стадии проектирования // Сварка и диагностика. 2009. № 2. С. 36-42.

21. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М.: Наука, 1983. - 616с.